



ABEQ Associação Brasileira
de Engenharia Química

Revista Brasileira de Engenharia Química

Volume 29 | Número 3 | 2013 | ISSN 0102-9843



BIO COMBUSTÍVEIS

Mercado, desafios
e perspectivas

SUSTENTABILIDADE

Engenharia
química na palma
da mão

XIX SINA Ferm

Avanços na área de
pesquisas e diferentes
abordagens sobre
bioprocessos

ECONOMIA

Produção de
biodiesel a partir
de borra de refino
de óleo de soja



Equipamentos para Testes Catalíticos

Reatores Catalíticos:

- MA - Microactivity Reference
- MAT-ASTM D3907
- Four Runs Microactivity-Test



Plantas Piloto:

- Polimerização
- Extração Supercrítica (SCF)
- Gaseificação
- Reator de Agitação Contínua
- Projetos Customizados



Equipamentos para Cromatografia **SHIMADZU** Excellence in Science



GCMS - QP2010 Ultra



GC - 2010



Nexera - UHPLC



Quantificação de Baixíssimos Níveis de Enxofre



Analizador de Bancada



Analizador On Line



Analizador Transportável

Todos equipamentos XOS aqui apresentados são compatíveis com a ASTM D7039-13 e ASTM D2622 que regulamenta o método padrão para Enxofre na Gasolina, Diesel, Querosene de Aviação, Petróleo, Querosene, Biodiesel, misturas de biodiesel e misturas gasolina-etanol por comprimento de onda monocromático dispersivo de Raios-X.

Prezadas e Prezados leitores,

Nesta edição da REBEQ, apresentamos interessantes artigos sobre um dos temas que mais chamam a atenção de nossas Universidades, Centros de Pesquisa e Indústria.

Os biocombustíveis têm assumido papel relevante na matriz energética nacional e mundial. São muitas as alternativas desenvolvidas, como o etanol e o biodiesel, e certamente ainda há muito que se desenvolver em relação às matérias-primas, rotas de produção e logística em toda a cadeia de produção.

Neste mesmo diapasão, apresentamos temas relacionados às questões ambientais e, na sessão Palma da Mão, abordamos a sustentabilidade.

Não deixem de ler outros relevantes artigos técnicos e novidades que estão brotando de nossas Universidades. Nossas futuras Engenheiras e Engenheiros Químicos estão, a cada dia, mostrando sua competência e comprometimento com o desenvolvimento não apenas de suas carreiras, mas também da própria Engenharia Química nacional.

Apresentamos também um sumário de um dos eventos mais marcantes na história da nossa Associação, o XIX Sinaferm – Simpósio Nacional de Bioprocessos e X Simpósio de Hidrólise Enzimática de Biomassa em Foz do Iguaçu em 2013.

Uma boa leitura. 📖

Edson Bouer, diretor presidente da ABEQ





REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA QUÍMICA
Volume 29 • Número 3 • 2013 • 3º quadrimestre

GESTÃO 2012 - 2014

CONSELHO SUPERIOR

Carlos Eduardo Calmanovici, Eduardo Mach Queiroz, Fernando Baratelli Júnior, Flávio Faria De Moraes, Gerson De Mello Almada, Gorete Ribeiro De Macedo, Marcelo Faro, Milton Mori, Selene M.a.g. Ulson De Souza, Raquel De Lima C. Giordano, Marcelo Martins Seckler

DIRETORIA

Edson Bouer - Diretor Presidente
Gorete Ribeiro de Macedo - Diretora Vice-Presidente
Denise Mazzaro Naranjo - Diretora Vice-Presidente
Maria Cristina S. Nascimento - Diretora Vice-Presidente
Suzana Borschiver - Diretora Secretária
David Carlos Minatelli - Diretor Tesoureiro

REGIONAIS

Bahia

Luciano Sérgio Hocevar - Diretor Presidente
Ricardo de Araújo Kalid - Diretor Vice-Presidente

Pará

Pedro Ubiratan O. Sabaa Srur - Diretor Presidente
Fernando Alberto de Souza Jatene - Diretor Vice-Presidente

Pernambuco

Maurício A. Motta Sobrinho - Diretor Presidente
Laisse C. de A. Maranhão - Diretora Vice-Presidente

Rio de Janeiro

Ricardo Medronho - Diretor Presidente
Argimiro Resende Secchi - Diretor Vice-Presidente

Rio Grande do Norte

Ana Lúcia de Medeiros Lula da Mata - Diretora Presidente
Everaldo Silvino dos Santos - Diretor Vice-Presidente

Rio Grande do Sul

Heitor Luiz Rossetti - Diretor Presidente
Jorge Otávio Trierweiler - Diretor Vice-Presidente

São Paulo

Maria Elizabeth Brotto - Diretora Presidente
Henrique José Brum da Costa - Diretor Vice-Presidente

Diretoria Convidada

Antonio J. G. Cruz - Dannel Luiz Panza - Eric Yuko Minami Taga - Hely de Andrade Júnior - João Bruno V. Bastos - Mayra C. Matsumoto - Paulo Takakura - Raquel Lemos Bouer - Reinaldo Giudici - Ricardo da Silva Seabra

Secretaria

Supervisora Administrativa: Bernadete Aguiar Perez
Secretaria: Anderson Rogério da Silva

Secretaria Geral ABEQ

Rua Líbero Badaró, 152 - 11º andar - Centro
01008-903 - São Paulo - SP
Fone: (11) 3107-8747 - Fax: (11) 3104-4649
E-mail: abeq@abeq.org.br

REBEQ – REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA QUÍMICA

Editor Responsável

Edson Bouer

Redação, Edição, Revisão e Coordenação

Zeppelini Editorial / Instituto Filantropia
Rua Bela Cintra, 178 - CEP: 01415-000 - Bela Vista - São Paulo (SP)
Tel.: (11) 2978-6686 / Email: zeppelini@zeppelini.com.br

Capa

Shutterstock.com

Produção

Zeppelini Editorial / Instituto Filantropia

A Revista Brasileira de Engenharia Química é uma publicação da ABEQ, registrada no INPI sob o número 1.231/0663-032.

De periodicidade quadrimestral a REBEQ tem circulação nacional, distribuída aos associados e profissionais da área de Engenharia Química.

A reprodução de seu conteúdo, total ou parcial, é permitida exclusivamente com menção à fonte.

Os artigos assinados e declarações de entrevistados são de inteira responsabilidade de seus autores.

Tiragem desta edição é de 4.500 exemplares.

ÍNDICE

Nesta Edição

Matéria de Capa 6

Biocombustíveis: mercado, desafios e perspectivas

Entrevista 12

Prêmio Incentivo à Aprendizagem reforça autoconfiança pessoal e profissional dos estudantes, diz vencedora da Poli-USP

Artigos 15

Engenharia química na palma da mão — sustentabilidade

Plataformas de biorrefinaria: a busca incessante pelo desenvolvimento contínuo

Avaliação de pré-viabilidade técnica e econômica de produção de biodiesel a partir de borra de refino de óleo de soja

SEQEP: apresentando o mercado para estudantes

XIX SINAFERM e X SHEB

Recursos financeiros para o setor de petróleo e gás

Resistência específica do material sedimentado em ensaio de Jar Test, obtido com a adição de lodo de Estação de Tratamento de Água

Há mais de 50 anos, a Mauá desenvolve pesquisas que ajudam a transformar o mundo.

Destaques na área de Engenharia Química

- ✓ Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, com linhas e projetos de pesquisa nas áreas: Engenharia de Alimentos, Engenharia de Processos Bioquímicos e Engenharia de Processos Químicos.
- ✓ O curso de Engenharia Química possui 21 laboratórios.
- ✓ A aluna Luana Cecilia Mello Contagesso conquistou o Prêmio CRQ-IV na modalidade Engenharia da Área Química com o trabalho "Processo irradiado por micro-ondas para produção de biodiesel".
- ✓ Desenvolvimento de motor de combustão interna movido a biocombustível – projeto aprovado pela Fapesp.
- ✓ Ampla gama de serviços tecnológicos oferecidos pelo Centro de Pesquisas.

2013

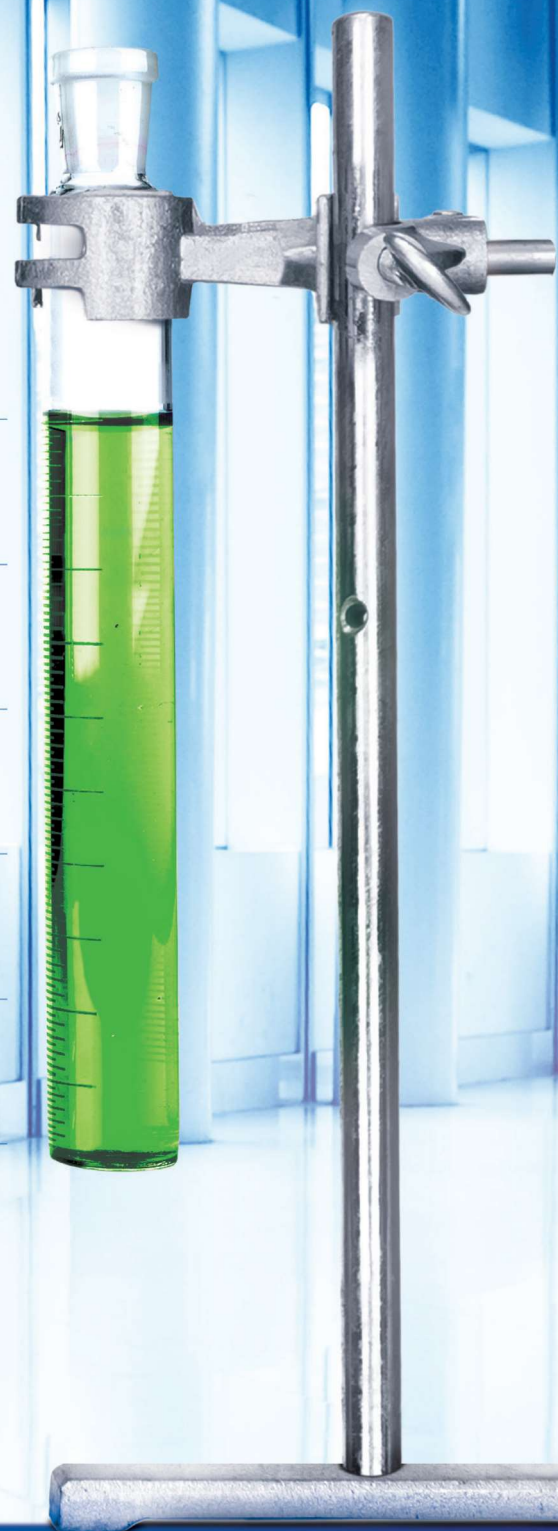
2001

1991

1981

1971

1961



dimycazian

O Instituto Mauá de Tecnologia promove a busca por ideias transformadoras, por isso, apoia o desenvolvimento dos biocombustíveis como forma alternativa de energia e realiza projetos focados nesse segmento.

INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA



www.maua.br



Biocombustíveis: mercado, **desafios e perspectivas**

Por **Silvio Francisco dos Santos¹**, **Suzana Borschiver²**, **Vanderléa de Souza¹**

Introdução

Os biocombustíveis são uma importante fonte de energia renovável e têm sido usados principalmente nos setores de transporte e geração de energia, com uma relevante participação na matriz energética nacional. Um dos aspectos mais importantes dos biocombustíveis é a sua capacidade de funcionar como uma alternativa para compensar efeitos negativos provocados pela liberação de gases de efeito estufa. Além disso, os biocombustíveis têm uma forte motivação social,

pois diversas oleaginosas adaptam-se a regiões específicas do País, apresentando-se, assim, como uma opção econômica para as regiões mais pobres (MDIC, 2006). Neste artigo discutiremos algumas questões associadas ao mercado, aos desafios e às perspectivas dos biocombustíveis.

O mercado dos biocombustíveis

A produção mundial de biocombustíveis passou de 16 bilhões de litros em 2000 para mais de 100 bilhões

de litros em 2010 (Figura 1 – IEA, 2011). Brasil e Estados Unidos são os principais produtores mundiais de etanol, mas a taxa de crescimento da produção brasileira tem sido menor do que a dos americanos. Em 2010, os Estados Unidos produziram quase três vezes a quantidade de etanol produzida pelo Brasil.

Cerca de 3% da produção mundial é utilizada pelo setor de transporte rodoviário. No Brasil, essa proporção é de 21%, enquanto nos Estados Unidos é 4% e na Europa, de 3% (IEA, 2011).

Embora América do Sul e Ásia tenham aumentado sua produção

anual de biocombustíveis, a América do Norte e a Europa tiveram uma redução em sua produção. A produção brasileira de biocombustíveis cresceu 2,4% em 2012, enquanto nos Estados Unidos houve uma redução de 4,3%. Como resultado, em 2013 foi registrado o primeiro declínio desde 2000, tendo a produção mundial diminuído em 0,4% em 2012 (BP, 2012). A produção mundial de etanol caiu pela segunda vez, tendo reduzido 1,7% em 2012. Por outro lado, a produção de biodiesel cresceu 2,7%, dobrando nos últimos cinco anos. Atualmente o biodiesel contribui com 31% da produção total de biocombustíveis no mundo (BP, 2012 – Figura 2).

No período de 1990 a 2011, o suprimento dos biocombustíveis líquidos

(bioetanol, biometanol, biodiesel e bioaditivos) e dos biocombustíveis sólidos (madeira e resíduos sólidos) cresceu a taxas de 10,6% e 1,4%, respectivamente (IEA, 2013), considerando as fontes renováveis. Nos países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) os biocombustíveis líquidos apresentam a maior taxa de crescimento entre as fontes de energia renovável, tendo crescido no período de 1990 a 2012 a uma taxa de 49,8%, seguido da energia fotovoltaica, que cresceu a uma taxa de 46,9%, e da energia eólica, com uma taxa de 23,1% (IEA, 2013).

No Brasil, a evolução da demanda mensal por combustíveis apresentou um crescimento de 100% em relação

aos níveis de demanda verificados até janeiro de 2006. De acordo com o Ministério das Minas e Energia, parte desse crescimento se deve ao aumento da frota de veículos que, em 2013, foi de 6,5%, quando houve o registro recorde de mais de 3,3 milhões de veículos (MME, 2014). Atualmente, a frota estimada de veículos leves do Brasil é de cerca de 35 milhões de unidades (Tabela 1).

A matriz energética brasileira é caracterizada pela forte presença de energia renovável (Figura 3). De acordo com as expectativas do Governo Federal, até 2030 a participação das energias renováveis deverá alcançar 42,4% (MME, 2013), sendo os biocombustíveis um dos principais responsáveis por esse cenário.

Essa configuração da matriz energética brasileira é superior à da matriz mundial, em que a participação de renováveis alcança 13% (IEA, 2013), sendo que os biocombustíveis, também nesse caso, têm uma importante participação de 9,7%. Nos países da OCDE, os combustíveis renováveis representam 8,5% da matriz energética, sendo os biocombustíveis responsáveis por 4,7% do suprimento total de energia do bloco (IEA, 2013).

Mercado de etanol

No Brasil, o percentual de mistura do etanol anidro na gasolina está atualmente em 25%. De acordo com o Governo (MME, 2013), o uso do etanol na gasolina beneficia toda a cadeia produtiva, pois possibilita a comercialização de um combustível de alto valor agregado e reduz as importações de gasolina, além de possibilitar uma redução de cerca de 0,5% no preço da gasolina C (combustível resultante da mistura).

É importante mencionar que, embora as perspectivas de aumento da produção de etanol sejam promissoras — por exemplo, em 2013 foram

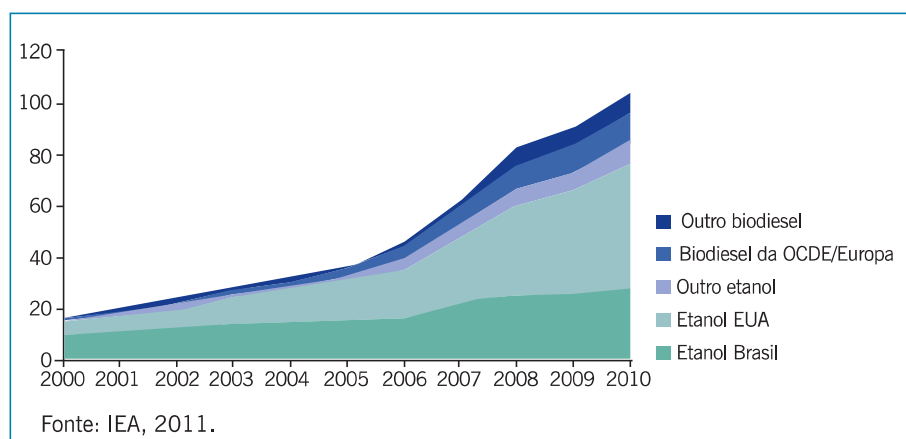


Figura 1. Produção mundial de biocombustíveis (2000-2010).

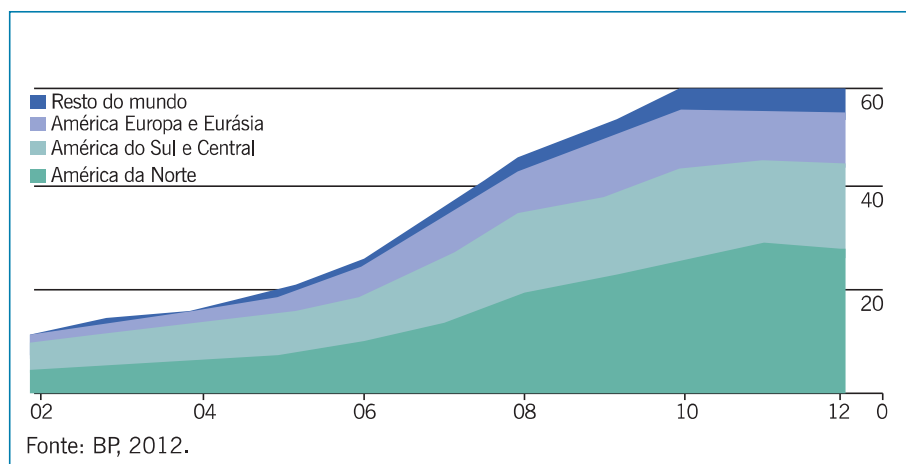


Figura 2. Produção global de biocombustíveis (milhões de toneladas).

Tabela 1. Os números do setor de biocombustíveis no Brasil (2011-2012).

	Etanol		Biodiesel	
	2011	2012	2011	2012
Produção (safras 2011/2012 e 2012/2013 – milhões de m ³)	22,8	23,5	n.d	n.d
Produção (ano civil – milhões de m ³)	22,9	23,5	2,7	2,7
Consumo de combustível (milhões de m ³)	20,6	19	2,7	2,7
Exportações (milhões de m ³)	1,96	3,10	-	-
Importações (milhões de m ³)	1,15	0,50	-	-
Preço médio no produtor – EH e B100* (R\$/L)	1,21	1,12	2,21	2,41
Preço médio no distribuidor – EH** e B5** (R\$/L)	1,93	1,94	1,77	1,86
Preço médio no consumidor final – EH** e B5** (R\$/L)	2,19	2,21	2,01	2,09
Capacidade de produção instalada nominal (milhões de m ³)	n.d	n.d	6,0	6,9

*Inclui tributos federais; **Com todos os tributos.

Fonte: Ministério das Minas e Energia (MME), 2014.

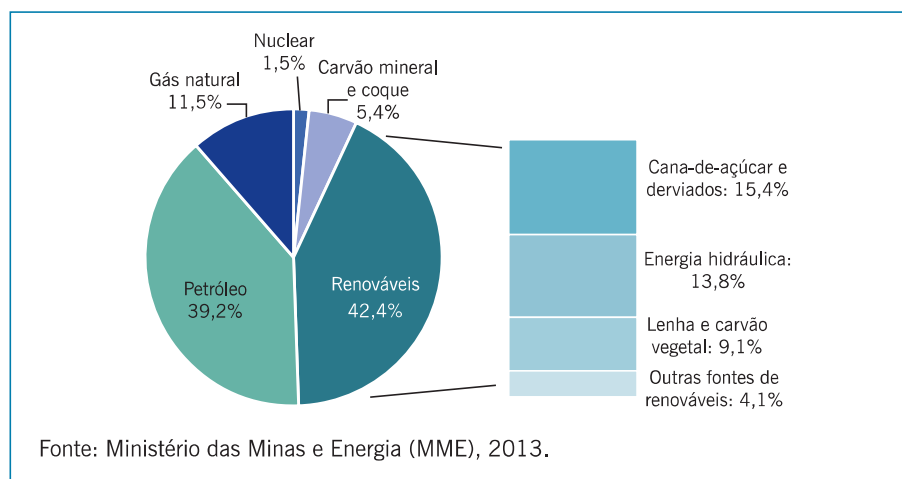


Figura 3. Fontes renováveis na matriz energética brasileira.

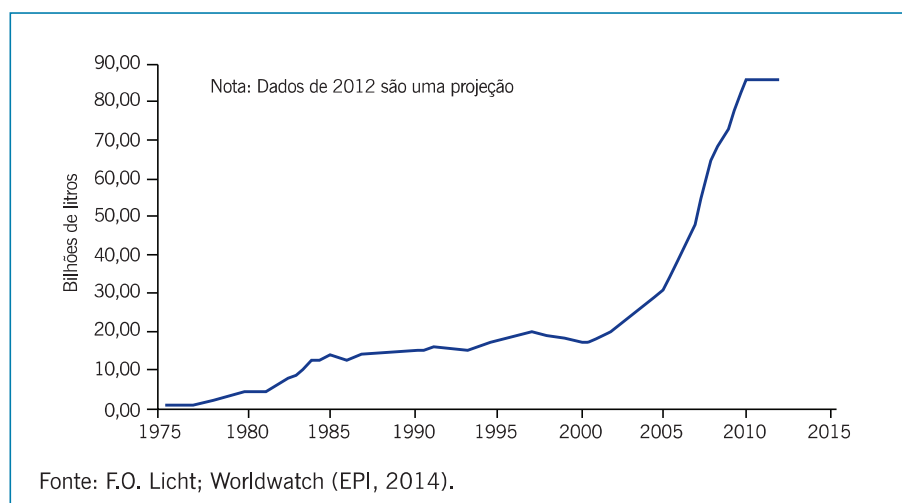


Figura 4. Produção mundial de etanol (1975-2012).

produzidos 27,2 bilhões de litros de etanol, sendo 11,5 bilhões de etanol anidro e 15,7 bilhões de hidratado (MME, 2014) —, existem riscos associados à insuficiência na oferta do etanol, como a que ocorreu em outubro de 2011, quando houve uma necessidade de redução no percentual de mistura (MME, 2013).

Do total de etanol produzido em 2013, 2,9 bilhões de litros foram exportados e geraram receitas da ordem de US\$ 1,87 bilhão, embora esse volume represente uma redução de 6,45% em relação ao volume exportado em 2012 (MME, 2014). No outro lado da balança, as importações de etanol somaram, em 2013, um volume acumulado de 130 milhões de litros, que custaram aproximadamente US\$ 91,6 milhões. Isso representa um custo médio anual de aproximadamente US\$ 0,70 por litro. No último mês de 2013, o custo médio alcançou aproximadamente US\$ 0,51 por litro (MME, 2014).

A produção mundial de etanol tem crescido, dando um salto significativo a partir de 2000 até alcançar, em 2011, a marca dos 86,08 bilhões de litros produzidos (Figura 4 – EPI, 2014).

Dez países respondem por 96% da produção global de etanol, sendo os Estados Unidos o maior produtor mundial, com 54,2 bilhões de litros. O Brasil, segundo maior produtor mundial com 21 bilhões de litros, responde por cerca de 1/4 da produção mundial do biocombustível.

Mercado de biodiesel

Existem atualmente (junho de 2014) no Brasil 58 usinas produtoras de biodiesel, cuja capacidade instalada, autorizada a operar comercialmente, ficou em 7.542 mil m³/ano em dezembro de 2013, sendo que 79% dessa capacidade está localizada nas regiões Centro-Oeste (44%)

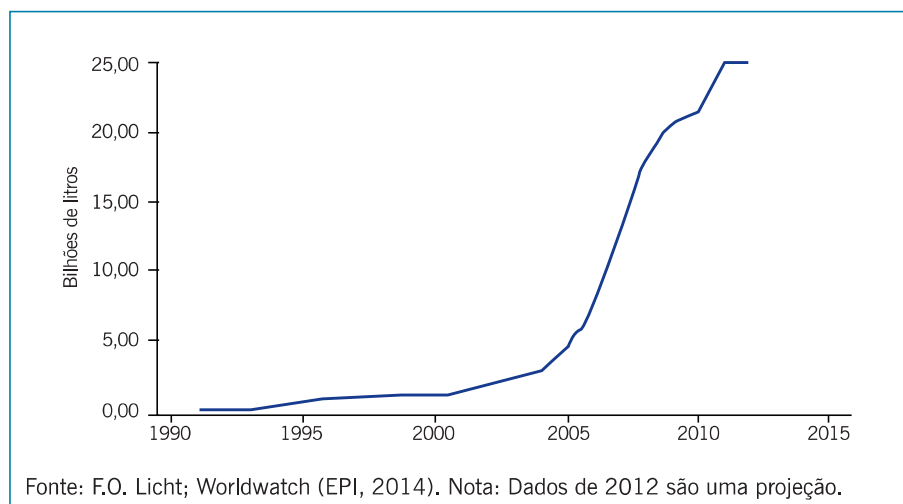


Figura 5. Produção mundial de biodiesel (1991-2012).

e Sul (35% – MME, 2014). Essa capacidade de produção é maior do que toda a produção acumulada em 2013, que foi de 2.930 mil m³, o que revela a existência de uma substancial capacidade ociosa e uma situação em que as empresas usam somente 39% de todo o seu potencial de produção. Essa capacidade ociosa do setor poderia ser reduzida, caso a mistura de biodiesel no diesel fosse elevada para 7%. Nesse caso o consumo passaria dos atuais 2,93 bilhões de litros para 4,2 bilhões de litros em 2014 (Reuters, 2013).

Em 2013, a produção nacional de biodiesel alcançou o volume de 2,930 bilhões de litros, o que representa um crescimento de 7,8% em relação à produção acumulada de 2012 (2,717 bilhões de litros – MME, 2014). Nos últimos quatro anos, a produção regional permanece mais ou menos constante. Em novembro de 2013, a região Centro-Oeste foi a maior produtora, com 42,9% da produção, seguida da região Sul, com 38,2%.

A produção global de biodiesel tem crescido ao longo dos anos (Figura 5). De acordo com as informações disponibilizadas pelo *Earth Policy Institute* (EPI, 2014), a produção alcançou 24,87 bilhões de litros em 2011. Para 2012, era esperada uma

pequena redução na produção, estimada em 24,95 bilhões de litros. Em 2008 a produção global atingiu 18,8 bilhões de litros, o que representa um crescimento global de 32% no período de 2008 a 2011.

De acordo com os dados de 2011, os Estados Unidos são os líderes mundiais na produção de biodiesel, com uma produção de 3,7 bilhões de litros naquele ano, seguido pela Alemanha, com 3,67 bilhões de litros. Brasil e Argentina também têm produção acima de três bilhões de litros, sendo os principais produtores na América Latina.

O biodiesel pode ser produzido a partir de diversas matérias-primas, como óleos vegetais, gorduras animais, óleos e gorduras residuais, por meio de vários processos de conversão, podendo ser usado puro ou em diversas proporções com o diesel fóssil. No período de 2011 a 2013, a participação média das três principais matérias-primas para a produção do biodiesel no Brasil foi: 76,5% (soja), 16,8% (gordura bovina) e 3,3% (algodão – MME, 2014). A título de comparação, nos Estados Unidos a participação das matérias-primas em 2013 foi: 54,3% (soja), 10,0% (óleo de milho), 8,2 (óleo de palma) e 3% (gordura animal). Na Europa, 80% do

biodiesel é produzido com canola e óleo de soja (KERCKOW, 2010).

Nos Estados Unidos, a mistura mais comum é a B20 (20% de biodiesel e 80% de diesel de petróleo). De acordo com o departamento de energia daquele país, essa mistura é a que apresenta o melhor balanço entre custos, emissões, desempenho em climas frios, compatibilidade com os materiais e habilidade de agir como solvente (DOE, 2014). Na Europa, o biodiesel é comercializado em misturas que variam entre 5% e 7%, mas veículos destinados a transporte de carga podem usar uma mistura com até 30% de biodiesel. Também é permitido o uso do B100 (100% biodiesel), desde que sejam feitas modificações em filtros e componentes de borracha dos motores (EBB, 2013).

Visando aumentar ainda mais sua produção e seu consumo, em julho de 2014 o Governo Brasileiro autorizou o aumento da mistura de biodiesel no diesel para 6%, e em novembro de 2014 para 7%. Com essa medida, espera-se que haja um aumento na produção e redução nas importações de diesel, com impactos positivos para a balança comercial. De acordo com o Governo, o aumento da mistura não produzirá um impacto significativo na inflação, pois a ampliação da produção de biodiesel aumentará a oferta de farelo de soja utilizada para a produção de ração. Outro aspecto ressaltado pelo Governo é o impacto ambiental positivo, pois a ampliação do teor de biodiesel reduzirá a emissão de 23 milhões de toneladas de CO₂ até 2020, contribuindo para o alcance de metas previstas pela política nacional sobre mudança do clima (Reuters, 2014).

Desafios e perspectivas para os biocombustíveis

Um dos grandes entraves para o aumento da produção e uso dos biocombustíveis no Brasil, em particular

o biodiesel, é a sua excessiva dependência do óleo de soja. Quando o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) foi lançado, a expectativa era de que a diversidade de matérias-primas, como mamona, pinhão-mansão, sementes de girassol e palma, fosse aproveitada para a produção de biodiesel (PNPB, 2011). Entretanto, esses produtos encontraram um grande entrave para o seu desenvolvimento: a precariedade da rede de distribuição, que não tem a mesma abrangência e articulação que a da soja (MING, 2012). Os problemas associados à logística se devem basicamente às condições inadequadas das estradas brasileiras e à ausência de soluções que considerem outros modais. Praticamente 100% do biodiesel brasileiro é transportado pelo modal rodoviário (Conab, 2011). Essa condição impacta diretamente os custos de produção, com consequências negativas para as margens de lucro e competitividade do biodiesel brasileiro. Em outros países, como é o caso da Argentina, maior exportador mundial de biodiesel, o transporte hidroviário é intensamente utilizado para o escoamento da produção de biodiesel, o que o torna mais competitivo do que o biodiesel brasileiro.

O setor de biocombustíveis no Brasil não enfrenta só questões de competitividade e infraestrutura. Assim como no resto do mundo, existem críticas de que alimentos estejam destinados à produção de combustível, sendo esse o aspecto mais controverso dos biocombustíveis convencionais ou de primeira geração. Nos Estados Unidos, a produção de etanol consome 40% do milho americano, enquanto no Reino Unido uma única planta de etanol consome 1,1 milhões toneladas de trigo por ano. No caso americano, tem sido discutido que o uso do milho para a produção de biocombustíveis fez com que no fim de 2010 seus

preços aumentassem em 73% (*THE ECONOMIST*, 2013).

Uma das saídas apontadas para a solução desse problema é usar todas as partes das plantas e não somente a parte comestível, pois existe mais energia armazenada nessas partes do que nos grãos (IEA, 2011). Entretanto, três desafios precisam ser superados para fazer esse tipo de biocombustível: quebrar polímeros de celulose e lignina, presentes na estrutura das fibras vegetais em açúcares simples; converter esses açúcares em combustíveis prontos para uso, por meio de processos termoquímicos ou bioquímicos; e fazer tudo isso com custos compatíveis e em larga escala (*THE ECONOMIST*, 2013). Atualmente, existem enzimas que digerem a lignina e extraem os nutrientes das plantas para, assim, produzir o etanol de lignocelulose. Entretanto, elas ainda são caras, custam de 13 a 25 centavos de dólar por litro, enquanto um litro de enzimas usadas para a produção de etanol de milho custa em torno de dois centavos de dólar (GRANHAM-ROWE, 2011).

Os biocombustíveis produzidos a partir de algas são ainda uma promessa pela sua grande produtividade e potencial de reciclagem do CO₂. Por outro lado, o cultivo de algas requer alta disponibilidade de locais com condições favoráveis (sol, água, nutrientes) ao seu crescimento, e o processo de extração do óleo ainda é caro (IEA, 2011).

Conclusão

Tendo em vista o aumento crescente da demanda por energia e as preocupações com o suprimento de combustíveis fósseis, tem sido cada vez mais clara a importância dos biocombustíveis e do seu papel em reduzir a dependência do petróleo e os efeitos negativos provocados ao meio ambiente. Os combustíveis

convencionais, ou de primeira geração produzidos no Brasil, como o etanol, produzido a partir da cana-de-açúcar, e o biodiesel, prioritariamente produzido com soja, têm sido importantes para mitigação dos impactos ambientais, sociais e econômicos.

A produção do biodiesel no Brasil ainda é altamente dependente da soja, existindo a necessidade de diversificação das matérias-primas. O estabelecimento de um marco regulatório é visto pelo segmento produtivo como uma necessidade premente, pois possibilitaria uma maior previsibilidade para a realização de investimentos, principalmente em novas matérias-primas. Os grandes deslocamentos desde a produção da matéria-prima até a disponibilização do biodiesel ao consumidor final é um dos entraves mais relevantes, pois têm um grande peso nos custos do biodiesel, além dos custos gerais de produção, que ainda são altos. Nesse sentido, a integração das etapas de produção e a priorização da logística são apontadas como soluções para a redução dos custos e o aumento das produtividades agrícola e industrial.

O desenvolvimento de tecnologias avançadas para as produções de etanol e biodiesel é uma tendência que se observa no mundo, podendo essas serem adotadas como possíveis soluções de médio e longo prazos. Essas tecnologias têm como principal característica a busca pela utilização de todo o potencial energético disponível nas diversas biomassas.

Referências

BP. BP Statistical Review of World Energy. British Petroleum (BP). Londres, p.46. 2012 http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Statistical-Review-2012/statistical_review_of_world_energy_2012.pdf >, Acesso em: mar. 2014

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Biodiesel - Conjuntura mensal. Abril/2011, 5 p.

EPI – EARTH POLICY INSTITUTE. Climate, Energy, and Transportation (banco de dados). 2014. Disponível em: <http://www.earth-policy.org/data_center/C23>. Acesso em: mar. 2014.

EBB – EUROPEAN BIODIESEL BOARD. About biodiesel – What is biodiesel. 2013. Disponível em: <http://www.ebb-eu.org/biodiesel.php>>. Acesso em: mar. 2014.

GRAHAM-ROWE, Duncan. Beyond food versus fuel. *Nature*, v. 474, 2011.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Technology Roadmap Biofuels for Transport. 2011. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/>>. Acesso em: mar. 2014.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Renewables Information (2013 Edition). 2013. Disponível em: <<http://www.iea.org/topics/renewables/>>. Acesso em: mar. 2014.

KERCKOW, B. Demand for Biomass: How likely is to be met? 2010. Disponível em: <http://www.biomassfutures.eu/public_docs/workshops_2010>. Acesso em: mar. 2014.

MDIC – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. O futuro da indústria: biodiesel. Coletânea de artigos. Brasília: MDIC-STI/IEL, v. 14, 145 p, 2006.

MING, C. Novos custos do biodiesel. O Estado de São Paulo. 2012. Disponível em: <<http://blogs.estadao.com.br/celso-ming/2012/09/08/novos-custos-do-biodiesel/>>. Acesso em: mar. 2014.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Governo aumenta etanol



na gasolina. 2013. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: mar. 2014.

_____. Boletim Mensal de Combustíveis Renováveis. 2014. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: jul. 2014.

_____. Balanço Energético Nacional 2013 (Ano base 2012). 2013. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes>. Acesso em: mar. 2014.

Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Portal do Biodiesel. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. 2004. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/>. Acesso em: mar. 2014.

REUTERS. Governo avalia mistura maior de biodiesel; pode aliviar Petrobras. 2013. (Reportagem de Nestor Rabello e Fabíola Gomes). Disponível em: <http://br.reuters.com/article/businessNews/>

idBRSPE99T07520131030? page Number=2& virtualBrand Channel=0. Acesso em: mar. 2014. THE ECONOMIST. What happened to biofuels? Energy technology: Making large amounts of fuel from organic matter has proved to be more difficult and costly than expected. 2013. Disponível em: <<http://www.economist.com/news/technology-quarterly/21584452-energy-technology-making-large-amounts-fuel-organic-matter-has-proved-be>>. Acesso em: mar. 2014.

DOE – U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. Biodiesel blends. 2014. Disponível em: <http://www.afdc.energy.gov/fuels/biodiesel_blends.html>. Acesso em: mar. 2014.

¹Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) – Duque de Caxias (RJ), Brasil. E-mail: sfsantos@inmetro.gov.br, vsouza@inmetro.gov.br

²Escola de Química, Universidade Federal Rio de Janeiro (UFRJ) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil. E-mail: suzana@eq.ufrj.br



Prêmio Incentivo à Aprendizagem reforça **autoconfiança pessoal** e profissional dos estudantes, diz **vencedora da Poli-USP**

Por Felipe William

Criado como forma de apoio e encorajamento aos estudantes de engenharia, o Prêmio Incentivo é uma iniciativa da Associação Brasileira de Engenharia Química (ABEQ). O evento, promovido há 13 anos, homenageia os formandos com melhor desempenho estudantil do Brasil.

O aluno vencedor é selecionado com base nas notas das provas, trabalhos realizados e frequência

em sala de aula. O comunicado é feito pelas universidades participantes, que possuem seus estudantes matriculados. Essa relação de universidades e as informações sobre como participar do processo podem ser acessadas no portal da ABEQ (www.abeq.org.br). O prêmio integra uma quantia em dinheiro, a entrega de um certificado e a primeira anuidade como sócio da ABEQ quitada.

Devido à competitividade cada vez acirrada no mercado de trabalho, diversas empresas do ramo têm patrocinado a premiação como forma de encorajar os futuros engenheiros químicos a buscarem excelência. Dentre essas empresas está a Oxiteno, que patrocinou a aluna **Isabela Rupp Kavanagh**, formada na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), nossa entrevistada desta edição.

Para sua carreira, qual é a importância de conquistar um prêmio desse porte?

Um prêmio como o Incentivo à Aprendizagem da Engenharia Química é um destaque no currículo. É muito valorizado em concursos, no meio acadêmico e por empresas interessadas em profissionais de nível técnico elevado. Além disso, um prêmio como este no currículo pode ser interpretado como um atestado de disciplina e dedicação, que são qualidades muito apreciadas no mercado de trabalho. O prêmio também contribui para que nós nos valorizemos como profissionais, tomando consciência do nosso potencial.

Qual é a importância do estímulo dado aos jovens universitários?

O estímulo através de prêmios cria nos alunos a expectativa de uma recompensa pelos seus esforços. Além disso, a possibilidade de começar a vida profissional com este diferencial no currículo contribui para a mentalidade de que a carreira não começa no momento da formatura, mas inclui também todos os anos de estudo que antecedem o primeiro emprego. O aluno percebe que o seu desempenho acadêmico tem influência sobre o seu futuro profissional, o que faz com que os estudos sejam encarados com mais seriedade. O reconhecimento do mérito acadêmico também estimula a competitividade, preparando os alunos para os desafios da vida profissional.

Como você acha que esse tipo de iniciativa pode auxiliar e estimular ainda mais os estudantes?

Os alunos se sentem mais estimulados a estudar quando são

“ Receber um prêmio como este reforça a autoconfiança e a força de vontade para que eu continue procurando fazer todas as coisas bem feitas, tanto no âmbito profissional como no pessoal ”

Isabela Rupp Kavanagh



capazes de relacionar diretamente os esforços do estudo a um melhor desempenho profissional. Experiências de estágio na área ao longo do curso são muito eficazes para produzir este efeito.

Quais os principais obstáculos que você encontrou desde que entrou na universidade?

O grande obstáculo do curso de Engenharia Química é assimilar uma grande quantidade de conteúdo em um intervalo de tempo restrito, o que requer organização, disciplina e um bom domínio do programa de ciências exatas do ensino médio.

Como foi feito o contato informando sobre a conquista do prêmio?

Eu soube do prêmio através da USP, quando recebi um convite para comparecer à solenidade que a Escola Politécnica realiza anualmente para premiar os alunos que mais se

destacaram em cada curso. O contato foi feito por telefone e e-mail

O que significa, pessoalmente, essa conquista para você?

Receber um prêmio como este reforça a autoconfiança e a força de vontade para que eu continue procurando fazer todas as coisas bem feitas, tanto no âmbito profissional como no pessoal.

Você está atuando profissionalmente na área?

Estou fazendo Mestrado em Engenharia Química, na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Quais as suas ambições para o futuro?

Consolidar-me profissionalmente e atuar no setor de pesquisa, colocando a ciência a serviço da tecnologia, seja em empresas ou em laboratórios de universidades e institutos de pesquisa. 🧪

5º Lubgrax meeting 2014

Palestrantes já confirmados



Bernardo Noronha
Petrobras



Cleide Costa
Lonza



Cristiano Albanez
quantIQ



Danilo de Paula
Factor / Kline



Eduardo Lima
Dow



Ezio Camillo
Sindicom



Felipe Lopes
Croda



José Nêumanne
Nêumanne Consultoria



Luiz Eduardo
Promax - Lubrizol



Marcos Pacheco
Quimatic / Tapmatic



Mehdi Fathi
Nynas



Nivio Rigos
Sinproquim



Rodrigo Mas
Bain & Company



Stephan Keese
Roland Berger

13 e 14 de Agosto de 2014
Espaço Apas - São Paulo
Palestras das 9h às 16h
Networking das 16h às 20h30

INSCREVA-SE JÁ!
inscricao@lubgraxmeeting.com.br

Patrocínio

Platinum



Silver



Apoio



Apoio Institucional



Revista Oficial:



Organização:



Cia Aérea Oficial:



[/lubgraxmeeting](https://www.facebook.com/lubgraxmeeting)
[@lubgraxmeeting](https://www.instagram.com/lubgraxmeeting)

www.lubgraxmeeting.com.br
contato@lubgraxmeeting.com.br
fone: +55 11 3037-7293



Engenharia química na palma da mão — sustentabilidade

Por Hely de Andrade Júnior

Sustentabilidade

O nosso planeta Terra é um corpo isolado que circula pelo espaço, o que o torna em muitos aspectos modelo de um sistema isolado, tal como definido nos livros de Engenharia Química. Esse ponto de vista é exposto por Buckminster Fuller em seu livro *Manual de Operação da Espaçonave Terra*. A ideia central do livro é que todas as atividades humanas devem ser avaliadas pelas consequências que terão sobre o ambiente terrestre. Para mim, essa é a metáfora de que o

limite daquilo que pode ser feito em qualquer parte do planeta é o permitido nessa área até que conflite com o meio externo e com a operação da espaçonave. A incompatibilidade pode ser encontrada no espaço e no tempo.

Essa caricatura simplifica as coisas, porém salienta o fundamento do que chamo de sustentabilidade.

Termodinâmica

Todas as atividades humanas (e também as naturais) estão sujeitas às leis da Termodinâmica, em especial

os processos para geração de energia, que levam a um aumento inexorável da entropia. Nesse caso, tudo é finito, pois serão esgotados os potenciais que permitem realizar as transformações de interesse para a vida da humanidade. A segunda lei da Termodinâmica postula que é possível reverter a entropia se for adicionada em um sistema fechado entalpia ou trabalho externo.

A "geração" de energia é tão importante porque são as transformações da entalpia que permitem realizar trabalho em nosso lugar. Por isso, devem

“Há todo um complexo de tecnologias para gerar energia, e todas as alternativas são avaliadas por uma série de critérios amplamente conhecidos, relativos a eficiência, economia, qualidade da energia, poluição etc.”

ser utilizadas de forma mais racional para satisfazer as necessidades da nossa vida na terra.

Há todo um complexo de tecnologias para gerar energia, e todas as alternativas são avaliadas por uma série de critérios amplamente conhecidos, relativos a eficiência, economia, qualidade da energia, poluição etc.

O lixo como exemplo

Tomemos como exemplo o lixo urbano, como recolhido hoje — mistura de baixo valor pois sua utilidade é muito limitada. Sua entropia é elevada e a reversibilidade pequena.

Já a coleta seletiva é mais trabalhosa, mas fornece muitos materiais úteis, reduzindo a poluição e o desperdício de lançamento em aterros, os quais comprometem a vida hoje e principalmente no futuro.

No passo seguinte, do lixo coletado da forma convencional, pela posterior seleção em unidades de reciclagem ou processamento, é possível recuperar os resíduos separados, que apresentam mais valor porque podem ser reciclados ou reutilizados após processamento específico para cada tipo.

Parte dos resíduos da seleção do lixo não tem valor como combustível, seja pelo baixo custo dos materiais ou alto custo dos investimentos em equipamentos de processamento e principalmente da mão de obra. É o caso dos metais, materiais de construção

civil, vidros etc. Entretanto, esses materiais podem ser recuperados devido ao menor conteúdo de energia que requerem para reutilização quando comparados com a necessidade de energia para produção da mesma quantidade desses materiais em sua forma original. No Brasil, a separação é viável devido à grande disponibilidade de mão de obra e ao seu baixo custo.

Já a parte orgânica do lixo, para evitar o lançamento em aterros, é um problema com as tecnologias disponíveis: incineração e compostagem. Como combustível, o lixo tem baixo rendimento energético devido ao custo da remoção da umidade, dos equipamentos e de sua corrosão. Já a compostagem exige pouca energia de forma intensificada, mas demora muito mais tempo para produzir material útil e, consequentemente, tem alto custo de investimento e operação.

De qualquer forma, a simples acumulação em aterros não é uma solução válida dentro de uma espaçosa.



Energias renováveis e biocombustíveis

Voltando o olhar para as energias utilizadas na prática, todas as formas conhecidas são derivadas da luz solar ou são finitas, como a energia de combustíveis fósseis ou nucleares. As formas assim chamadas sustentáveis ou renováveis dependem da reciclagem feita pela energia externa vinda do sol, cuja vida é estimada em mais 6 bilhões de anos, tempo suficiente para o nosso horizonte de planejamento.

Começando a conhecer os efeitos do principal resíduo da combustão, o dióxido de carbono, as limitações dos combustíveis fósseis crescem e tornam mais caras as energias geradas a partir deles. No ano de 2012, a revista POWER realizou um *webinar* sobre os custos da captura do dióxido de carbono em termoeletricas a carvão. Foram estudadas unidades existentes e projetos novos. Para as usinas existentes, a previsão é de que o investimento será 52% maior para a adequação (captura de CO₂) e a eletricidade terá um preço 82% mais alto.

Biocombustíveis líquidos e etanol

O Brasil optou nos anos 50 por dar preferência ao transporte por automóveis, o que possibilitou o desenvolvimento nacional das indústrias automobilísticas e de autopeças.

A primeira crise do petróleo de 1974 veio tirar o País de sua posição de conforto, quando passou a importar por ano cerca de 6 bilhões de dólares de petróleo e derivados. Isso ocorria enquanto o total das exportações brasileiras era um pouco menor que esse valor, e a importação de todos os outros itens era também de valor similar e um pouco maior.

Dessa realidade surgem os biocombustíveis como uma resposta adequada com as tecnologias disponíveis de forma econômica hoje. Nisso o Brasil é pioneiro e líder, seja pelo uso do etanol em automóveis, seja pelo potencial de produção de biodiesel.

Todo esse potencial ainda não está realizado por falhas de planejamento e de pesquisa aplicada. Conheci o professor Urbano Stumpf cerca de duas horas antes de ele apresentar ao professor Bautista Vidal suas experiências com motores a álcool hidratado feitas no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Isso foi em meados de junho de 1975. Para quem se lembra, a adaptação dos carros nacionais da época podia ser feita aumentando a taxa de compressão dos motores por meio de sua retificação para aumentar a taxa de compressão.

Respondendo à pergunta do professor Stumpf, passei cerca de uma hora discutindo com ele como poderia ser obtido álcool de mandioca, pois havia necessidade evidente de produção do combustível na entressafra da cana.

As tentativas de resolver o problema da entressafra com o uso de mandioca foram perseguidas, mas os resultados foram nulos. Passados



muitos anos, conversei com o professor Bautista Vidal sobre as razões, e está claro para mim que muitas causas se acumularam para chegar ao desastre de, ainda hoje, quase 30 anos depois, não termos uma boa solução.

A realidade é que não há solução à vista devido às diferentes disciplinas que devem ser coordenadas para a solução do problema. O Banco Interamericano de Desenvolvimento divulgou um relatório chamado *A Blueprint for Green Energy in the Americas*, preparado em 2007 por Garten Rothkopf. Infelizmente não vejo discussão sobre as suas recomendações apesar de grandes modificações previstas e ocorridas na área dos combustíveis líquidos desde aquela data.

Biodiesel

É óbvio que a produção de etanol por fermentação produz álcool etílico e ao mesmo tempo emite quase o mesmo peso de dióxido de carbono. Já as plantas oleaginosas produzem cadeias longas similares aos hidrocarbonetos de petróleo e gás natural.

Algumas das tentativas de utilizar o biodiesel foram tentadas, mas sempre com um ponto de vista isolado, muito distante do esforço multidisciplinar requerido para mudar o estado dessa família de combustíveis. O Brasil, por sua grande área propícia a desenvolver plantações de oleaginosas, deveria se interessar muito mais em estudar esse combustível.

Bagaço de cana

O bagaço de cana era um subproduto da produção de álcool e açúcar que se transformou em novo combustível e responsável por fração relevante do fornecimento de energia elétrica no País. Como parte do meu interesse pelo etanol, para não dizer do álcool etílico, selecionei uma série de tecnologias inovadoras que permitem melhorar o rendimento energético e a economia da produção de energia a partir do bagaço. Elas podem ser classificadas considerando sua complexidade e crescente eficiência, com aumento correspondente dos investimentos, sempre mantendo a viabilidade econômica do investimento:

Secagem parcial do bagaço: aproveitando calor desperdiçado nas caldeiras e biomassa proveniente da colheita mecanizada;

Secagem total do bagaço: com tecnologias inovadoras no setor, utilizando fluidos diferentes para transporte de calor para secagem e que não causem explosões;

Secagem do bagaço e compactação: para estocagem, manuseio e utilização fora de safra e para venda como combustível, visando aos mercados nacional e de exportação;

Gaseificação do bagaço: é o processo que dá o maior rendimento na conversão de energia do bagaço, tendo custo mais elevado e em fase de demonstração industrial;

Recuperação do calor latente de evaporação: tecnologias provadas e conceito a ser estudado quanto às viabilidades econômica e financeira;

Gaseificação da cana inteira: proposta ainda na fase de conceito, com muitas perguntas a serem respondidas e que talvez se aplique melhor a resíduos orgânicos menos valiosos, como resíduos de colheitas e da exploração florestal.

Outros biocombustíveis agrícolas e florestais

Há muitas alternativas de biomassas que podem ser aproveitadas para uso como combustíveis em substituição aos tradicionais fósseis e alguns renováveis. As indústrias de celulose e papel são pioneiras, tendo substituído durante os anos 70 quase todo o consumo de derivados de petróleo em suas fábricas pelo uso de resíduos florestais e mesmo cavacos de madeira.

Todas as tecnologias que mencionei no item anterior podem ser adaptadas sem grandes dificuldades às matérias orgânicas contendo carbono.

Os ganhos de eficiência energética são consideráveis. Há diversos projetos em andamento e há procura de capital para sua implantação.

As tecnologias para melhorar o uso de biocombustíveis sólidos são dirigidas para a produção de energia elétrica. Para a geração de biocombustíveis líquidos, a rota proposta é a transformação de celulose e hemiceluloses de biomassas em etanol. Os projetos relativos a essa alternativa estão em andamento e devem começar a entrar em funcionamento neste ano ou no próximo.

Como essa rota tecnológica pode ser acoplada às citadas anteriormente, encontrei e tenho a representação comercial de tecnologia comprovada em escala piloto e que pode ser transferida para o Brasil para a produção de etanol de segunda geração.

Convém lembrar que no início dos anos 80 o Brasil adquiriu na Rússia uma tecnologia de etanol a partir de madeira, e a respectiva fábrica foi montada em Uberlândia (MG). Ela nunca chegou a funcionar segundo me foi possível apurar.

Algas

Das fontes de biomassas para combustíveis e outros usos, as tradicionais fontes são a indústria florestal e as indústrias de álcool e açúcar. Das oleaginosas para biodiesel, algumas estão bastante conhecidas e há muitas outras espécies em desenvolvimento. Pela velocidade de introdução de inovações nessa área, é possível que demore décadas até que surja uma resposta comprovada e dominante.

As algas podem ser uma resposta adequada, considerando a alta produtividade potencial que algumas espécies apresentam, a ampla disponibilidade de luz solar durante todo o ano e em todo o território nacional e a possibilidade de capturar dióxido de carbono.

No momento, as duas fontes mais promissoras para suprimento de dióxido de carbono são a indústria cimenteira e a de produção de etanol por fermentação de açúcar de cana.

As pesquisas no Brasil estão na fase de seleção de espécies de algas e sua caracterização, em escala de laboratório e de bancada. Para aproveitar essa oportunidade, desenvolvi fornecedores de tecnologia em áreas-chave:

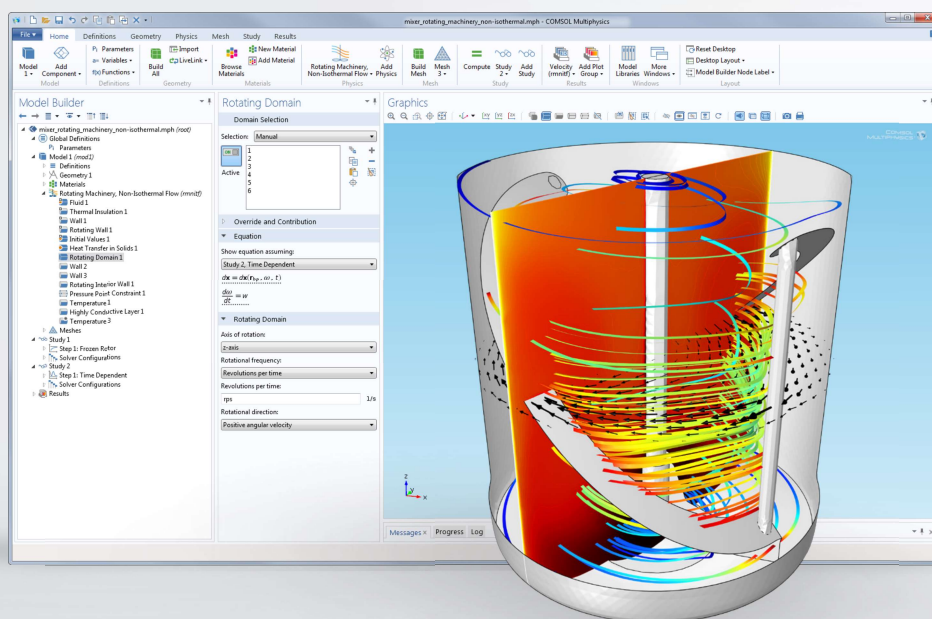
- Processo de separação de algas entre uma população mista natural;
- Seleção de espécies de algas para finalidades especificadas;
- Processos e reatores de cultivo de algas;
- Controle de contaminações e otimização de rendimentos.

Além das tecnologias para desenvolver algas nativas do Brasil para produção no País, temos acesso a cerca de 80 espécies já separadas e caracterizadas em outro país. Os primeiros contatos poderão ser com a indústria cimenteira, cujos gases de processo são mais ricos em dióxido de carbono por juntar aquele produzido pela combustão com o produzido pela decomposição de rocha calcária. Além disso, as impurezas nos gases da saída dos fornos não apresentam problemas para as algas selecionadas.

Conclusão

Como dizia o professor Bautista Vidal, o Brasil, com áreas enormes disponíveis e abundância de sol, com administração das águas que são abundantes e agricultura avançada, pode ser líder na área dos biocombustíveis em seu território. Também já há projetos brasileiros de desenvolvimento agrícola em andamento na África, outro continente com potencial para aplicação das tecnologias desenvolvidas no nosso país. Esse desafio representa imensa oportunidade para os brasileiros e, em particular, para os engenheiros químicos. 🧪

AGITADOR NÃO-ISOTÉRMICO: Esta simulação considera transferência de calor nos dutos e o efeito de perda de calor pelas paredes do agitador. A distribuição de temperatura é mostrada no gráfico de fatia e a velocidade como linhas de fluxo e flechas.



CONFIRA E OTIMIZE SEUS PROJETOS COM O **COMSOL MULTIPHYSICS®**

Ferramentas multifísicas permitem criar simulações que descrevem com precisão as características importantes de seus projetos. O fundamento está na possibilidade de incluir todos os fenômenos físicos que existem no mundo real. Para saber mais sobre o COMSOL Multiphysics, acesse: www.comsol.com/introvideo

Product Suite

COMSOL Multiphysics

ELECTRICAL

AC/DC Module
RF Module
Wave Optics Module
MEMS Module
Plasma Module
Semiconductor Module

MECHANICAL

Heat Transfer Module
Structural Mechanics Module
Nonlinear Structural Materials Module
Geomechanics Module
Fatigue Module
Multibody Dynamics Module
Acoustics Module

FLUID

CFD Module
Mixer Module
Microfluidics Module
Subsurface Flow Module
Pipe Flow Module
Molecular Flow Module

CHEMICAL

Chemical Reaction Engineering Module
Batteries & Fuel Cells Module
Electrodeposition Module
Corrosion Module
Electrochemistry Module

MULTIPURPOSE

Optimization Module
Material Library
Particle Tracing Module

INTERFACING

LiveLink™ for MATLAB®
LiveLink™ for Excel®
CAD Import Module
ECAD Import Module
LiveLink™ for SolidWorks®
LiveLink™ for Inventor®
LiveLink™ for AutoCAD®
LiveLink™ for Creo™ Parametric
LiveLink™ for Pro/ENGINEER®
LiveLink™ for Solid Edge®
File Import for CATIA® V5

Avenida Comendador Franco, 1341, Sala
Incubadora, Curitiba, PR, CEP 80215-090

Fone: (41) 3156 9100



Plataformas de biorrefinaria: a busca incessante pelo desenvolvimento contínuo

Por Dr. Petri Vasara¹, Katja Salmenkivi², Fábio Bellotti da Fonseca³

Felizmente, a palavra “biorrefinaria” ainda não se tornou mais um modismo destituído de sentido. Ainda não chegou à etapa atual da palavra “sustentabilidade”, vaga e difusa, com uma pitada de “verde” e na qual a “sustentabilidade” propriamente dita passa geralmente despercebida. Isso chega a ser uma ofensa a um tema tão importante! No entanto, em uma recente análise divulgada na publicação *Nature online*, de julho de 2013, demonstrou-se que, com base em 320 mil artigos, alguns cientistas (físicos) estão migrando para esse assunto, no qual outros já estão há algum tempo. Isso não é exatamente uma novidade, mas sua confirmação é gratificante. A palavra biorrefinaria também corre o risco de se tornar

mais um modismo e de ser repetida de forma mecânica, simplesmente para fazer algo parecer mais moderno e interessante. Quando isso acontecer, a palavra não representará mais nenhuma novidade ou revolução.

Na Pöyry, nós dividimos o ciclo de vida da biorrefinaria em quatro fases (Figura 1). Essas fases e suas consequências são de grande importância para lançarmos quaisquer previsões sobre o futuro da biorrefinaria no mundo e particularmente no Brasil.

Primeira fase: “biomassa descentralizada”

A primeira fase — “Biomassa Descentralizada” — teve duração entre as eras ancestrais e a Segunda

Guerra Mundial. Tratava-se simplesmente da questão de aproveitar a biomassa disponível no local mais próximo para as necessidades imediatas por meio da Tecnologia Mais Avançada Disponível (TAD). A matéria-prima utilizada, naturalmente, variava completamente de um local para o outro. Nos países nórdicos da Europa, por exemplo, cobrir uma pilha de madeira com terra crua e acendê-la com fogo (o chamado forno de terra) representou por muito tempo uma TAD. O modo pelo qual a biomassa era processada para se tornar papel e celulose também contava com uma TAD. A cadeia de suprimentos de bioenergia era constituída simplesmente pelas pessoas recolhendo lenha.



Figura 1. As quatro fases da biorrefinaria segundo a Pöyry.

LIÇÕES APRENDIDAS DA PRIMEIRA FASE DA BIORREFINARIA

Matérias-primas disponíveis no local sempre exerceram um papel fundamental, e nem a globalização poderá alterar isso. A tecnologia também geralmente se desenvolve próximo ao local onde a biomassa se encontra disponível, e o conhecimento adquirido sobre as propriedades da biomassa local será igualmente importante no futuro. No caso do Brasil, a madeira e a cana-de-açúcar constituem as principais fontes de biomassa, e quanto mais complexa a tecnologia, mais importante o conhecimento adquirido sobre as propriedades e o comportamento da biomassa nas diferentes reações químicas.

Segunda fase: “inovações de tempos de guerra”

A partir da Segunda Guerra Mundial, a escassez de recursos passou a representar um problema. A segunda fase — “Inovações de tempos de Guerra” — se caracterizou, entre outros exemplos, com o desenvolvimento dos automóveis movidos a biogás e a extração de

etanol a partir da madeira, como na fábrica de papel sueca Domsjö. No Brasil, devido às dificuldades de importação de petróleo durante a guerra, a produção de etanol cresceu substancialmente, uma vez que a proporção obrigatória da mistura com a gasolina chegou a 42%. A guerra finalmente terminou, e, com ela, os principais esforços de desenvolvimento.

LIÇÕES APRENDIDAS DA SEGUNDA FASE DA BIORREFINARIA

Claro que não desejamos passar por uma guerra para promover mais inovações para a biorrefinaria. No entanto, uma tecnologia criada a partir de uma situação extrema como uma guerra pode trazer não apenas grandes avanços em determinados ramos da tecnologia como também benefícios indiretos para outros setores relacionados. No caso do Brasil, um elemento decisivo para sua competitividade mundial nos próximos anos será a capacidade de combinar seus vastos recursos naturais, como a cana-de-açúcar, o papel e a celulose, com os avanços tecnológicos oferecidos pela indústria química.

Terceira fase: “substituição do petróleo”

Nos anos 70, aconteceu a crise devido ao embargo do petróleo árabe. A terceira fase — “Substituição do Petróleo” — teve início, e muito do conhecimento adquirido sobre a biorrefinaria atual foi obtido naquela ocasião ou, no mínimo, teve ali suas origens. No entanto, a maioria das tecnologias atualmente disponíveis ainda não existia na época,

de forma que quase todas as iniciativas eram insuficientes e incapazes de produzir resultados economicamente viáveis. Na verdade, também faltavam as soluções e ferramentas modernas de gestão na cadeia de suprimentos, logo no início do processo. A falta de *know-how* e a ausência de equipamentos adequados de colheita/obtenção da matéria-prima tornavam impossíveis a aplicação dos conceitos principais de biorrefinaria; mesmo assim, o Brasil se destacou dos demais países

“Felizmente, a palavra “biorrefinaria” ainda não se tornou mais um modismo destituído de sentido. Ainda não chegou à etapa atual da palavra “sustentabilidade”, vaga e difusa, com uma pitada de “verde” e na qual a “sustentabilidade” propriamente dita passa geralmente despercebida.”



nesse período. Com o lançamento do Programa Nacional do Álcool, o Pró-Álcool, as bases para uma indústria nacional de combustíveis renováveis estavam lançadas, e o primeiro veículo 100% movido a etanol (E100) foi fabricado pela Fiat no Brasil e, após isso, a produção de veículos E100 chegaria a responder por 72% do total da

frota de veículos leves fabricados no Brasil nos anos 1980. Naturalmente, a época de crise terminou, e com isso foi encerrada a produção do modelo E100 no Brasil, uma vez que os consumidores perderam a confiança na disponibilidade de etanol que não tinha mais uma produção competitiva contra os altos preços do açúcar e os

reduzidos da gasolina. Mundialmente nessa ocasião, diversos estudos de alta importância desenvolvidos a partir dos anos 70 relacionados à biorrefinaria foram simplesmente destruídos por falta de espaço físico — esses estudos passaram a ser vistos como algo menos prioritário e muito pouco competitivos a partir de então.

LIÇÕES APRENDIDAS DA TERCEIRA FASE DA BIORREFINARIA

Naturalmente, a crise daquela época teve um fim, porém alguns de seus efeitos têm aparecido sob diferentes formas. A preocupação sobre a evolução dos preços do petróleo e do gás e os limites políticos e naturais para a disponibilidade de combustíveis fósseis permanecem. A garantia de abastecimento representa uma importante questão estratégica. Além disso, foi constatado que os recursos naturais poderiam se tornar tanto uma arma na “guerra comercial por matérias-primas” como para uma guerra política em tempos de paz. Ao mesmo tempo, a perspectiva do desenvolvimento de tecnologias no longo prazo é crucial para que não haja desperdício de tempo, esforços e recursos financeiros em lapsos de pesquisas que mais tarde são deixados de lado.

Para o Brasil, essa perspectiva de desenvolvimento de longo prazo gerou frutos. O Pró-Álcool não apenas lançou as bases da indústria de etanol nacional como também gerou confiança entre os consumidores sobre suas vantagens, além de promover a necessidade de tecnologia para fabricação de automóveis biocombustíveis no longo prazo. Uma vez constatado que economicamente viável para os consumidores, o uso do etanol teria continuidade, porém com a garantia de que pudessem abastecer seus respectivos veículos com o combustível que julgassem mais conveniente a qualquer momento, sendo este de origem renovável ou não.

Quarta fase: “reinvenção da biorrefinaria”

Chegamos finalmente à quarta fase — a “Reinvenção da Biorrefinaria”. Devido parcialmente a questões de mudanças climáticas, à escassez de recursos e à segurança política de abastecimento, o mundo passou os últimos anos, de certa forma, reinventando a primeira, a segunda e a terceira fases, muitas vezes ignorando de forma solene todo o trabalho que já havia sido feito. Ao mesmo tempo, um número desconcertante de projetos voltados ao aproveitamento da biomassa foi criado para competir entre si pela atenção mundial. Os subsídios oferecidos favoreceram alguns segmentos de produtos, enquanto outros chegaram quase a desaparecer, deixando um rastro de incerteza nessa ocasião. Ainda

assim, muitos desses itens seriam completamente inviáveis sem esses subsídios. No entanto, felizmente, ainda há exemplos que provam que nem sempre é assim. O furfural é um bom exemplo de “antigo” bioquímico, produzido a partir da biomassa há muito tempo, e novos químicos já estão sendo integrados a essa categoria, sejam eles como químicos *drop in* ou totalmente novos. Naturalmente, a tecnologia ocupa um importante espaço nisso, e não somente a biotecnologia: os avanços no *fracking* e no desenvolvimento da tecnologia do gás de xisto contribuem para acelerar o desenvolvimento de determinados bioprodutos, como os produtos químicos da plataforma C4 que não podem ser produzidos a partir da rota do gás de xisto. O que deve ser levado em consideração é que não se trata apenas de uma questão

tecnológica, mas principalmente de uma gestão de alto nível da cadeia de suprimentos. Algumas aplicações em andamento das rotas biotecnológicas possibilitam a redução do número de etapas da cadeia de suprimentos, por meio da disponibilidade de novas tecnologias e processos alternativos de fabricação. Outras soluções utilizam a biomassa como forma de assumir o controle sobre a cadeia de suprimento como um todo, da plantação até o produto final — na verdade, cadeias de suprimento mais longas são às vezes necessárias para isso. Se levarmos em consideração que algumas empresas líderes mundiais estão procurando ativamente o controle de uma cadeia de “bio-suprimentos”, temos aí um sólido argumento para entendermos a cadeia de suprimentos como uma das peças mais importantes em biorrefinarias.



LIÇÕES APRENDIDAS DA QUARTA FASE DA BIORREFINARIA

Ainda estamos passando pela quarta fase, então obviamente não podemos chegar a uma conclusão final. Porém, a “reinvenção da roda” é o que tem acontecido simultaneamente em vários locais; literalmente, algumas ideias dos anos 70 eventualmente recebem recursos para serem reinventadas. Pelo menos na Europa, a questão da inconsistência de subsídios em um ambiente comercial incerto tem piorado ainda mais o problema.

A questão da cadeia de suprimentos, seja pelo incentivo de uma empresa, sua tecnologia ou vantagem de matéria-prima, seja pelo controle da cadeia de “bio suprimentos” a partir da plantação até o produto final, configuram uma vantagem para o Brasil com suas diversas cadeias de suprimentos, experiência tecnológica e bom relacionamento com empresas globais.

Quinta fase: “extinção total da tecnologia” e depois?

Já que estamos ainda na quarta fase, vamos tentar prever como será a próxima. Simplesmente existem diversas tecnologias à nossa volta, e o ambiente econômico altamente cíclico do momento atual torna o risco financeiro particularmente alto. Não há necessariamente uma falta de alternativas, mas a implementação já é outra questão. Os principais

players já anunciaram investimentos e, na verdade, a maioria das empresas líderes na produção de químicos já anunciou o início das atividades tanto na área de biocombustíveis quanto na área de bioquímicos. Tais anúncios incluem parcerias na utilização de matérias-primas renováveis (ou bioquímicos) com a finalidade de oferecer maior valor agregado ao produto de uma das partes e maior mercado para o outro. Nessa situação, a garantia da cadeia de suprimentos,

associada à sustentabilidade, torna possível o desenvolvimento. Porém, cancelamentos também podem ocorrer. O investimento em plantas de etileno baseadas em gás de xisto ao invés de bioetileno é um exemplo. Nós, na Pöyry, avaliamos o desenvolvimento tecnológico em biorrefinarias como uma “árvore genealógica de tecnologia”, na qual as tecnologias são classificadas em mais de 40 critérios, nos quais tecnologias similares formam ramos correlatos.

Parece óbvio que, com menos subsídios, muitas tecnologias similares e muitas opções financeiramente inviáveis poderiam nos levar a uma “extinção tecnológica” total e irreversível. O desaparecimento dos dinossauros há 65 milhões de anos já foi chamado de “evento K-T” (relativo ao intervalo entre os períodos geológicos cretáceo e terciário). Com menor dramaticidade, estamos prevendo um “evento T-B” (para Tecnologia de Biorrefinaria), com amplo e rápido declínio dos diferentes tipos de tecnologias subsidiadas de biorrefinaria. Caso façam as escolhas corretas, tanto melhor para as indústrias brasileiras dos setores sucroalcooleiro, químico, papel e celulose e florestal, que poderão, então, concentrar-se em um número reduzido de tecnologias para alcançar sucesso mundial. A Figura 2 mostra um resumo do que nós chamamos “BioLeque Pöyry”. Devido à complexidade das vias

desde a matéria-prima até o consumidor final ou produto industrial, criamos uma visualização na qual as matérias-primas, os componentes primários e intermediários e as utilizações finais são zonas concêntricas

O espectro completo de produtos e processos também tende a se ajustar por si só. O espectro completo na biorrefinaria, da bioenergia básica até a celulose, biocombustíveis sólidos e líquidos, bioquímicos e biomateriais (incluindo papel) avança em todas as frentes e integra-se em um conjunto. Da matéria-prima até o produto final, ou vice-versa, podemos separar e analisar as rotas possíveis, bem como fornecer serviços de engenharia e gerenciamento para quaisquer empreendimentos de biorrefinaria. Uma vez escolhida a tecnologia correta, a engenharia de ponta e implementação eficaz do projeto configuram um importante fator competitivo adicional.

O “Grande Mestre” será aquele que melhor entende desde a biomassa de cana-de-açúcar e outros produtos agrícolas, passando por madeira e resíduos, dominando tecnologias e processos e estando sempre preparado para decidir qual a melhor opção para agregar valor ao seu produto. Tal “mestre” terá todas as chances de romper todas as limitações prévias expandindo da cana-de-açúcar até quaisquer outras matérias-primas, e por meio de setores industriais e produtos finais. O sucesso o aguarda... 🏆

¹Head of Global Consulting Practice in Biobased Industry, Pöyry Management Consulting – Helsinki, Finlândia.
E-mail: petri.vasara@poyry.com

²Principal, Head of Global Chemicals and Biomaterials Group in Management Consulting, Pöyry Management Consulting.
E-mail: katja.salmenkivi@poyry.com

³Diretor de Químicos e Biorrefinaria da Pöyry para a América Latina – São Paulo (SP), Brasil.
E-mail: fabio.fonseca@poyry.com

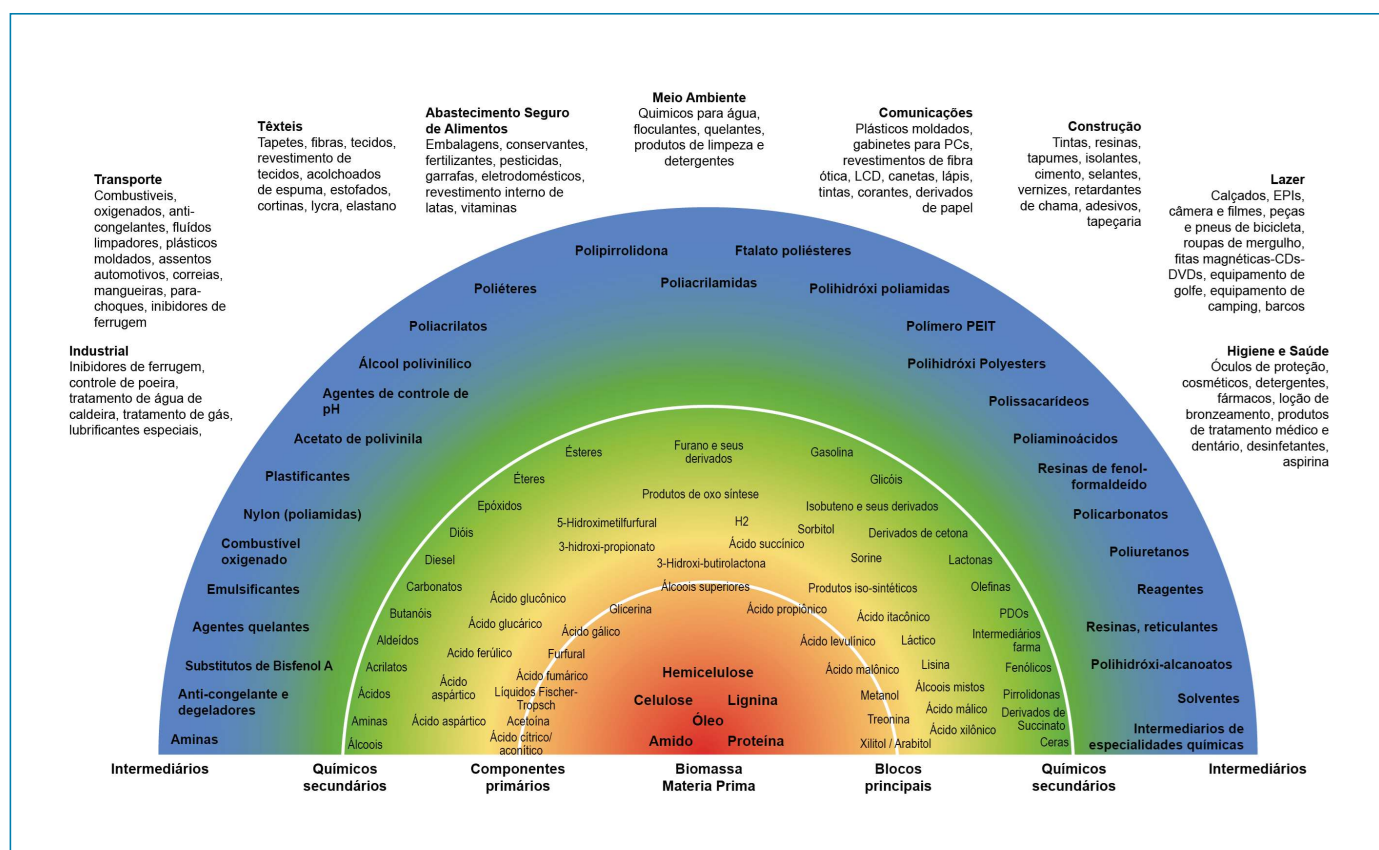


Figura 2. “BioLequePöyry”: Visualização e rotas de análise da matéria-prima até o produto final.

De 27 a 30 de Abril de 2014
Casa Grande Hotel Resort & Spa
Guarujá - SP



10º Encontro Brasileiro sobre Adsorção

**Venha, Inscreva-se e Participe
do Maior Fórum Brasileiro em Adsorção
e suas Aplicações!**



Contato:

eba2014@unifesp.br

Curta e compartilhe:

www.facebook.com/eba2014

Informações:

http://www.unifesp.br/home_diadema/eba2014

Empresas interessadas em apoiar o EBA 2014 poderão colaborar com o encontro, que divulgará o apoio na forma de ações de marketing na internet e durante o evento.

Organização:



1933

Apoio:





Avaliação de pré-viabilidade técnica e econômica de **produção de biodiesel** a partir de borra de **refino de óleo de soja**

Por Frederico Augusto Furlan Zafaneli¹, João Guilherme Rocha Poço¹

Conforme dados publicados (USDA-FAS, 2013), o Brasil produziu, na safra 2012/2013, 82 milhões de toneladas de soja em grão, que representaram 30,66% da produção mundial, sendo o segundo maior produtor, logo atrás dos Estados Unidos. Da produção nacional, 41 Mton foram exportadas e 34,84 Mton, esmagadas, produzindo 27 Mton de farelo de soja e 6,69 Mton de óleo de soja degomado. Destas, 5,54 milhões foram direcionadas ao consumo doméstico,

sendo, quase em sua totalidade, refinadas para atenderem aos padrões de mercado e se tornarem comestíveis, gerando como subproduto a “borra de refino de óleo de soja”, objeto de estudo deste trabalho.

A “borra de refino de óleo de soja” (Figura 1) é um resíduo oriundo da neutralização do óleo de soja, após o processo de extração e degomagem do óleo bruto, sendo constituída pelos sabões gerados na neutralização alcalina dos ácidos graxos livres e também por óleo arrastado na emulsão.

O volume gerado desse subproduto é considerável, sendo algo em torno de 3,5% do óleo degomado. Desses 3,5%, a metade (1,75%) é composta por água e os outros 50 % são a perda do óleo refinado, que são os ácidos graxos e outros produtos arrastados na neutralização. De acordo com esses números, estima-se que foram geradas por volta de 194 mil toneladas de “borra de refino” de óleo de soja na safra 2012/2013.

Da produção estimada de 194 mil toneladas por ano de borra de refino



Figura 1. Borra de refino.

ter-se-ia disponibilidade de produzir 79,5 mil t/ano de biodiesel da borra de refino (rendimento de aproximadamente 41%), o que equivaleria a 3,3% da demanda de B5 (óleo diesel com 5% de biodiesel em volume), conforme demanda de diesel fornecida pelo SINDCOM (SINDCOM, 2014), com uma matéria-prima que é muito mais barata que o óleo de soja (ABOISSA ÓLEOS VEGETAIS, 2008a; 2008b), principal matéria-prima (ABIOVE, 2013) e de menor custo atualmente utilizada no Brasil para a produção comercial de biodiesel (CARRAMENHA & POÇO, 2008).

Pré-viabilidade técnica do produto

Devido à composição básica da borra de refino e dos processos utilizados para a obtenção de biodiesel, os ensaios foram divididos em três etapas principais, sendo a primeira a “acidulação”, devido à grande quantidade de umidade, além do óleo neutro arrastado pelos sabões. Essa umidade deve ser retirada, e a hidrólise, ou Cisão Ácida de Twitchell (RITTNER, 2002), simplificada, mais rápida e sem o catalisador, fornece um produto (óleo e ácidos graxos) que pode ser

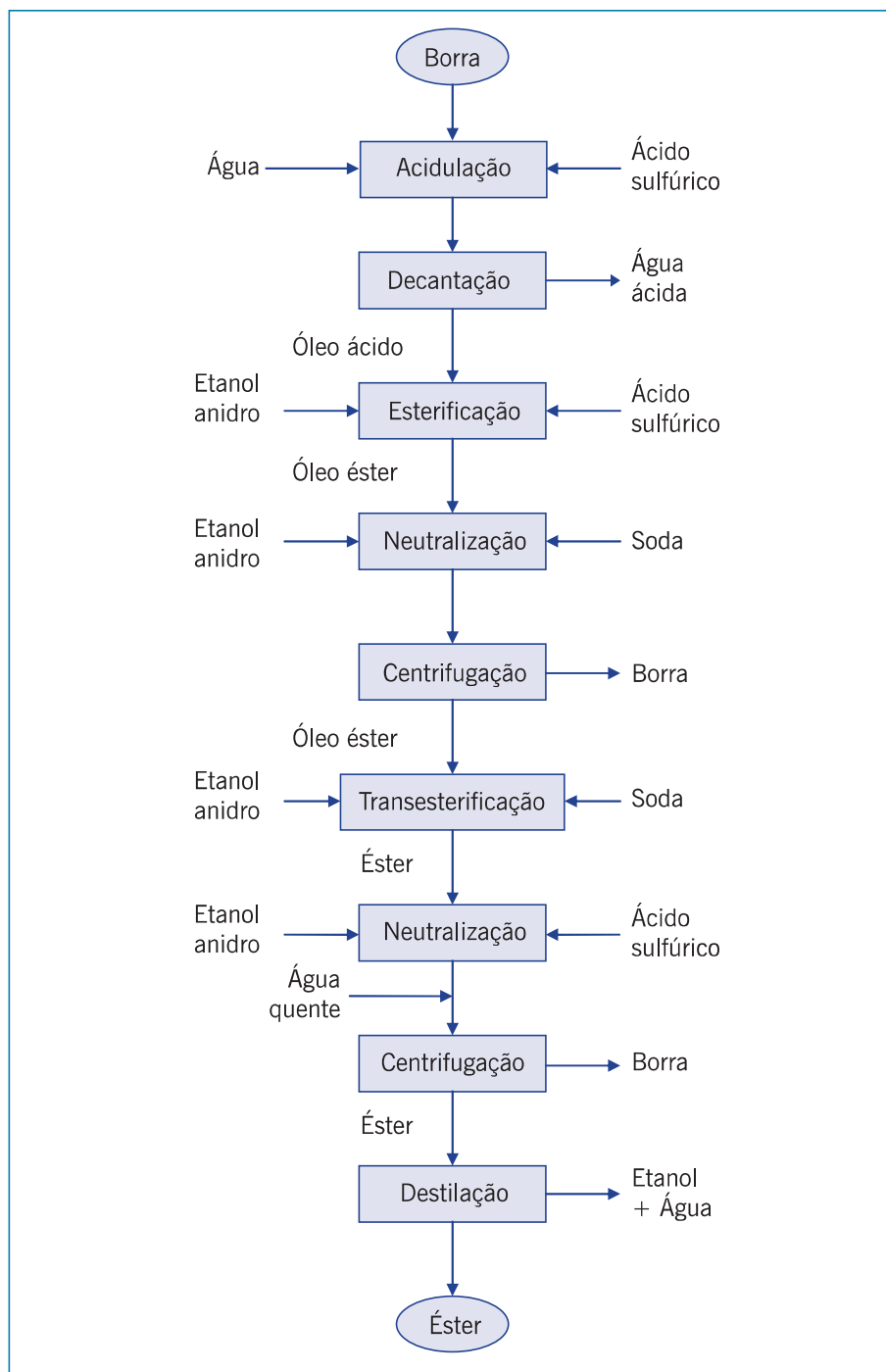


Figura 2. Diagrama sequencial de produção de biodiesel a partir de borra de refino.

processado por “esterificação” direta e que, devido à presença do óleo neutro, exige também o processo de “transesterificação” (RITTNER, 2002).

A esterificação se apresenta eficiente na diminuição da acidez do material, no entanto, ineficiente na conversão dos glicerídeos (VELJKOVIC

et al., 2006), permitindo então a transesterificação, efetuada com catalisador alcalino e assim convertendo os glicerídeos em éster.

Com a execução dos ensaios de laboratório, conforme metodologia e etapas definidas no trabalho (Figura 2), não se obteve o biodiesel dentro da

especificação ANP 255 (KNOTHE *et al.*, 2006), que garantiria uma qualidade mínima necessária para o uso habitual nos motores diesel e a eventual substituição do óleo diesel de petróleo.

A acidez residual ficou em torno de 1,19%, conforme Tabela 1, sendo que o máximo permitido seria 0,40% de Ácidos Graxos Livres (AGL). O glicerol total resultou em 0,92% (Tabela 1), bem acima do 0,38% especificado. O biodiesel apresentou coloração muito escura, indicando a presença de impurezas indesejáveis.

Constatou-se também a variação dos resultados obtidos em função da matéria-prima, que depende da qualidade do processamento do grão e do próprio óleo.

Portanto, a pré-viabilidade técnica não foi atingida com os experimentos realizados.

Pré-viabilidade econômica do processo

Considerando-se que os resultados técnicos, apesar de fora da

especificação, estiveram próximos do objetivo, a pré-análise econômica, fundamentada no balanço de massa, de energia e nos custos operacionais (Tabela 2), ainda se mostrou interessante.

Em uma primeira verificação, em que se considerou a venda do biodiesel produzido para o mercado, o resultado da pré-avaliação econômica indicou ser esse processo inviável, pois o lucro líquido resultou em número negativo.

Uma segunda pré-avaliação foi realizada visando obter o resultado no caso de produção do biodiesel para consumo próprio, sem os impostos que incidem sobre a venda (Tabelas 3 e 4). Nessa avaliação, o Tempo de Retorno conseguido foi de 13,8 anos (Figura 3), um número elevado, considerando-se o definido na metodologia, que foi de dois anos. Portanto, em ambos os casos, o processo se mostrou economicamente inviável.

Sendo assim, tanto pela pré-avaliação técnica como pela econômica, o projeto foi considerado reprovado

para a produção de biodiesel a partir da borra de refino de óleo de soja.

Conclusão

Apesar de fora das especificações técnicas e econômicas, os resultados obtidos parecem ser interessantes, principalmente quando se considera o consumo do biodiesel para abastecimento de frota de caminhões própria.

Para a viabilização do projeto, algumas alternativas podem ser estudadas, tanto no sentido de redução de custos, por meio de outra opção de tratamento de água ou outro sistema de recuperação de glicerina loira, que são etapas com grande influência no custo operacional, como na busca da melhora na qualidade do produto, pela inclusão de etapas de filtração ou de destilação, que resultariam em um produto mais claro e sem resíduos.

Além disso, outras alternativas de processo poderiam ser estudadas, como a saponificação total da borra de refino, que faria a hidrólise total dos

Tabela 1. Testes com resultados das análises das principais etapas sem o efeito do etanol nas amostras.

CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO EM PROCESSO (resultados sem álcool)													
Data	Óleo de soja		Borra		Acidulação		Esterificação	Neutralização (Esterificação)		Neutralização (Transesterificação)		Eficiência	
n° teste	AGL	Fósforo	Óleo	Umidade	AGL	Glicerol	AGL	AGL	Glicerol	AGL	Glicerol	Esterificação	Transesterificação
	%	ppm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2008 Teste 01	1,40	130	19,00	50,00	58,88	5,43	38,27	16,57	9,44	0,88	1,65	35,0	82,5
2008 Teste 02	1,40	130	19,00	50,00	61,43	6,15	18,57	8,23	5,78	1,10	1,46	69,8	74,7
4/28/2009 Teste 03	0,47	159	17,60	57,70	67,59	2,61	12,32	5,86	7,02	0,09	n.a.	81,8	n.a.
6/26/2009 Teste 04	0,89	177	18,50	55,90	54,47	0,09	9,84	7,19	4,93	0,09	1,06	81,9	78,5
7/20/2009 Teste 05	1,08	150	12,33	65,80	77,92	n.a.	17,47	2,17	n.a.	n.a.	n.a.	77,6	n.a.
8/5/2009 Teste 06	1,05	135	18,77	54,12	75,16	n.a.	12,68	4,51	4,26	5,15	0,30	83,1	93,0
9/12/2009 Teste 07	1,51	114	17,78	54,37	55,23	n.a.	8,99	1,49	n.a.	0,53	n.a.	83,7	n.a.
9/21/2009 Teste 08	1,60	114	18,50	49,80	66,72	3,04	11,22	0,20	0,85	0,50	0,14	83,2	83,8
Média (s/ result.descart.)				%	64,68	3,46	16,17	5,78	5,38	1,19	0,92	74,5	82,5

Notas: n.a.: não avaliado.

Tabela 2. Custo operacional (dados).

Resumo Balanço de Massa						R\$/kg éster	
Item	Produto	kg/h	R\$/kg	kg/kg éster	R\$/kg éster	Receita	Custo
Entradas	Borra de Refino	1000,0	0,17	2,20	0,37		0,374
	Água de Processo	-519,3	0,03	-1,14	-0,04		-0,038
	Ácido Sulfúrico	82,8	2,05	0,18	0,37		0,374
	Etanol Anidro	67,7	1,46	0,15	0,22		0,217
	Soda em Escamas	40,1	3,30	0,09	0,29		0,291
	Sulfato de Alumínio (ETA)	24,2	1,25	0,05	0,07		0,067
	Polímero (ETA)	0,003	19,00	0,00	0,00		0,000
	Ciclohexano (desidratação do etanol)	0,0		0,00			0,000
Saídas	Éster Etílico de Ácido Graxo	454,2	2,03	1,00	2,03	2,035	
	Glicerina Loira (ETA)	20,5	1,22	0,05	0,05	0,055	
	Água Tratada (ETA)		0,03	0,00	0,00		
	Lodo do Tratamento de Água (ETA)	220,8	0,10	0,49	0,05		0,049
Total						2,090	1,334

Resumo Energias					R\$/kg éster	
	Quantidade	R\$/kg	kg/kg éster	R\$/kg éster	Receita	Custo
Vapor (kg/h)	1794	0,067	3,95	0,265		0,265
Água de reposição torre resfr. (kg/h)	1950	0,03	4,29	0,142		0,142
Energia elétrica (kWh)	150	0,26	0,33	0,086		0,086
Demanda						
Consumo						
Total					0,000	0,493

Mão de obra						
					R\$/kg éster	
	Quantidade/ turno	Total	R\$1732,5/ pessoa	Total	Receita	Custo
Operador processo	2	6	10395	R\$ 36382,5 para 25 dias/mês		0,134
Operador ETA/ETE	1	3	5197,5			
Operador caldeira	1	3	5197,5			
Laboratório	1	3	5197,5			
Man.elétrica	1	3	5197,5			
Man.mecânica	1	3	5197,5			
Total	7	21				
Total geral					2,090	1,960
Lucro					0,129	

Tabela 3. Dados para calculo de receita.

Processamento:	24 h/dia
	25 dias/mês
	11 meses/ano
	6600 h/ano
Preço Biodiesel em R\$/kg	2,03 (preço final do diesel)
Preço Glicerina Loira em R\$/kg	1,22 (US\$ 0,64 a R\$1,55/US\$)
Custo Produção em R\$/kg (biodiesel + glicerina)	1,960
Biodiesel	454,2 kg/h
Glicerina	20,5 kg/h
Biodiesel	2.997.654 kg/ano
Glicerina	135.272 kg/ano
Receita Bruta	6.099.877 R\$/ano Biodiesel
	164.491 R\$/ano Glicerina
	6.264.368 R\$/ano Total
Custo Produto Vendido (CPV)	5.876.393 R\$/ano

Tabela 4. Obtenção do lucro líquido (consumo próprio).

Biodiesel de Borra de Refino de Óleo de Soja (consumo próprio - sem impostos)		
Demonstrativo de Resultado do Exercício (milhões de R\$)		
12/31/2008		
(consumo próprio - sem impostos)		
	R\$	%
Receita Operacional ou Vendas (V)	6.264.367,92	100,0%
Custo do Produto Vendido (CPV)	5.876.392,85	93,8%
Lucro Bruto (LB)	387.975,07	6,2%
Despesas Administrativas	12.000,00	0,2%
Despesas Gerais	12.000,00	0,2%
Despesas Vendas		0,0%
Lucro Operacional (LO)	363.975,07	5,8%
Receitas Financeiras	-	0,0%
Despesas Financeiras	-	0,0%
Lucros (prejuízos) excepcionais	-	0,0%
Lucro Antes do IR (LAIR)	363.975,07	5,8%
IR (15%) CSSL (9%)	87.354,02	1,4%
Lucro Líquido (LL)	276.621,05	4,4%

$$\text{Tempo de Retorno} = \frac{\text{Investimento}}{\text{Lucro Líquido}}$$

sendo,

$$\text{Investimento} = \text{R\$ 3.820.205,93}$$

$$\text{Lucro Líquido} = \text{R\$276.621,05/ano}$$

portanto

$$\text{Tempo de Retorno} = \mathbf{13,81 \text{ anos}}$$

Figura 3. Tempo de retorno obtido no estudo realizado.


glicerídeos e dos fosfatídeos, permitindo maior aproveitamento dos ácidos graxos, principalmente dos presentes nos fosfatídeos, que estavam sendo perdidos para o tratamento de água. Ou também o processamento em estado supercrítico, que poderia gerar os mesmos benefícios da saponificação

total da borra, como o aumento do rendimento final de éster e a eliminação da etapa de transesterificação, porém sem o uso exagerado de ácido para a hidrólise, simplificando muito o tratamento de água.

Deve ser considerada também a economia de instalações e operacional

conseguida com a implantação da unidade de biodiesel dentro de uma refinadora de óleo de soja, ou dentro de uma usina de álcool, o que poderia acelerar o retorno do investimento.

Outro fator de grande importância é o preço do biodiesel utilizado como referência. O estudo realizado tomou como base o preço do diesel, mas, na prática, o governo tem estimulado o desenvolvimento do setor com uma política de preços favorável, resultando em valor maior que o do diesel, o que também tem consequências positivas no tempo de retorno do projeto.

Portanto, há ainda muito a ser estudado, mas os resultados aqui alcançados servem de ponto de partida rumo ao melhor aproveitamento da borra de refino do óleo de soja, subproduto abundante e com interessante potencial energético. 

Referências

ABOISSA ÓLEOS VEGETAIS.

Informativo Semanal: Borra de Refino, 25 set. 2008a. Disponível em: <<http://www.aboissa.com.br/InformativoseNot%c3%adcias/Cota%c3%a7%c3%b5esdeMercado/SoybeanOil/DetalhesCota%c3%a7%c3%a3o/tabid/167/newsId/1127/language/pt-BR/Default.aspx>>. Acesso em 05 nov. 2008.

ABOISSA ÓLEOS VEGETAIS.

Informativo Semanal: Óleo Refinado, 23 out. 2008b. Disponível em: <<http://www.aboissa.com.br/InformativoseNot%c3%adcias/Cota%c3%a7%c3%b5esdeMercado/SoybeanOil/DetalhesCota%c3%a7%c3%a3o/tabid/167/newsId/1127/language/pt-BR/Default.aspx>>. Acesso em 05 nov. 2008.

ABIOVE – ASSOCIAÇÃO

BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE

ÓLEOS VEGETAIS. Arquivos com Estatísticas do Biodiesel. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>>>. Acesso em 22 set. 2013.

CARRAMENHA, F., POÇO, J.G.R. Viabilidade técnica e econômica da produção de biodiesel no Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Química. Vol 24, N1, p26-30 (2008).

KNOTHE, G. *et al.* Manual de biodiesel. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

RITTNER, H. Tecnologia das matérias graxas: derivados óleoquímicos. São Paulo: Livraria Triângulo Editora, 2002. v. 3.

SINDICOM - SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES.

Vendas Consolidadas: vendas anuais por produto e UF (m³). Disponível em: <<http://www.sindicom.com.br/#conteudo>>.

asp?conteudo=72&id_pai=60&targetElement=leftpart>. Acesso em 13 jan. 2014.

USDA-FAS - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, FOREIGN AGRICULTURE SERVICE. Oilseeds: world market and trade. Washington: USDA, 2013. (Circular Series, FOP 08-13).

VELJKOVIC, V. B. *et al.* Biodiesel production from tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) seed oil with a high content of free fatty acids. Leskovac, Serbia, Montenegro: Faculty of Technology, 2006.

ZAFANELI, F. A. F. Avaliação de Pré-viabilidade Técnica e Econômica de Produção de Biodiesel a Partir de Borra de Refino de Óleo de Soja. Dissertação de Mestrado, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

¹Departamento de Engenharia Química do Centro Universitário da Faculdade de Engenharia Industrial (FEI) – São Paulo (SP), Brasil. E-mail: zafaneli@ig.com.br





COBEQ 2014

XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química

Florianópolis/SC

19 a 22
de Out
2014
CentroSul



Faça já a sua inscrição!

Palestrantes Internacionais
Acesse o site e confira alguns nomes já confirmados!

cobeq2014.com.br

INFORMAÇÕES
(48) 3047-7600

Patrocínio Prata



SIGMA-ALDRICH®



Apoio

Agência de Turismo

Local

Organização

Realização



ABEQ Associação Brasileira de Engenharia Química





SEQEP: apresentando o mercado para estudantes

Por Camila Calafiori Amancio

A SEQEP é uma semana acadêmica com diversas atividades complementares à formação profissional dos participantes. Realizado anualmente e organizado inteiramente pelos alunos de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), nosso evento proporciona contato entre os alunos e as melhores empresas da área.

Nosso principal objetivo é integrar o estudante universitário com a profissão e o mercado de trabalho, estabelecendo contato com temas relevantes, indústrias e empresas do ramo. Para isso, procuramos atrair estudantes de Engenharia Química e áreas relacionadas, como Engenharia de Alimentos, Química Industrial,

Química e Farmácia, que participam em tempo integral de todas as atividades oferecidas. A VIII SEQEP, realizada em 2013, contou com 230 participantes, enquanto a IX SEQEP, ocorrida em 2014, teve cerca de 250.

Em 2014, a nona edição da SEQEP abordou o tema “As competências do engenheiro químico frente aos seus novos desafios”. Por meio desse tema, procuramos expor aos participantes habilidades do engenheiro químico e como elas o auxiliam na resolução dos atuais desafios da profissão, proporcionando melhores condições para seu desenvolvimento profissional.

Nosso cronograma é dividido entre diversas atividades, apresentadas em uma sucinta descrição a seguir:

Abertura: a abertura nada mais é do que uma apresentação do que é a SEQEP por seus organizadores, assim como uma breve palavra do Departamento de Engenharia Química e da própria direção da Escola Politécnica, de quem recebemos total apoio para o evento.

Palestra motivacional: para realizar a palestra motivacional, a organização procura escolher uma pessoa que os participantes conheçam e cujo tema da palestra os motivará, não somente para a semana, como para seus futuros. A palestra não precisa remeter necessariamente ao tema do evento, desde que atenda às especificações acima.

Almoço: o almoço de todos os participantes é fornecido pelo evento.



Palestras: apresentam temas relevantes e perspectivas atuais sobre assuntos da área que remetam ao tema abordado durante a semana.

Coffee break

Minicurso: com duração total de seis horas divididas em dois dias, visa complementar conhecimentos específicos do estudante.

Workshop: feira de *stands* onde os representantes das empresas patrocinadoras podem conversar diretamente com os participantes, tirando suas dúvidas e explicando mais a respeito da companhia. Ocorre simultaneamente às minipalestras e à mostra de iniciação científica, porém ocorrem todas próximas umas às outras, permitindo aos participantes ir e vir.

Minipalestras: palestras de curta duração com foco institucional. É um espaço para a empresa patrocinadora se apresentar e divulgar seu trabalho. Teve início em 2013 e, apesar de ocorrer simultaneamente ao *workshop* e à mostra de iniciação científica, atraiu muitas pessoas na oitava edição da SEQEP.

Mostra de IC: apresentação de trabalhos acadêmicos realizados por participantes do evento, com premiação para os mais bem avaliados.

Visita técnica: oportunidade da empresa de trazer os alunos para dentro de seu ambiente de trabalho,

mostrando como os conhecimentos são aplicados na indústria.

Oficinas: atividades que desafiam os participantes, com foco mais prático. Têm temas diversos que vão de simulações de dinâmicas a cases técnicos.

Mesa-Redonda: promove debates sobre tópicos importantes no universo do engenheiro químico.

Encerramento: durante o encerramento a organização agradece a presença de todos, tanto participantes quanto empresas, há o anúncio e a distribuição dos prêmios para os melhores classificados na mostra de iniciação científica e há entrega de certificado aos participantes com mais de 70% de frequência durante as atividades.

Como já mencionado anteriormente, a SEQEP é realizada inteiramente pela Associação de Engenharia Química, centro acadêmico sem fins lucrativos dos estudantes de Engenharia Química da Escola Politécnica da USP. A organização conta com cerca de 20 membros, que se reúnem semanalmente para planejar o evento, além do apoio do Departamento de Engenharia Química, que libera seus alunos das aulas para que estes possam participar do evento, e da Administração da Escola Politécnica. A semana é gratuita para todos os participantes.

Uma empresa pode participar da SEQEP por meio de diversas formas de colaboração. Entre elas, temos apoio em produtos — suporte por meio do fornecimento de material e serviços necessários ao evento —, atividades — profissionais da empresa para ministrar palestras, oficinas e minicursos —, visita técnica — acesso às instalações da empresa, assim como disponibilização de funcionários para acompanhar os participantes — e patrocínio em dinheiro — cotas financeiras distintas. Em 2014, por exemplo, a SEQEP contou com empresas de grande nome como patrocinadoras, como Air Liquide, BASF, Dow, Engevix, Essencis, Petrobras, Radix e Unigel.

Fazer parte da SEQEP proporciona muitas vantagens às empresas, assim como para os alunos, sejam elas da área química ou não, visto que cada vez mais os alunos dessa área se interessam por âmbitos diferentes do de suas formações e demonstram grande capacidade para desempenhar tais atividades. Durante o evento, as empresas entram em contato com os alunos de diversos centros acadêmicos, e essa aproximação entre a empresa e a universidade é uma oportunidade de promover a empresa entre funcionários em potencial e divulgar a marca para futuros profissionais da área — que podem vir a ser clientes e público específico de Engenharia Química e áreas relacionadas.

A organização da X SEQEP, a ser realizada entre os dias 26 e 30 de janeiro de 2015, já começou. Para maiores informações sobre nossa semana acadêmica, consultem nossa página no facebook (www.facebook.com/seqep) ou acessem nosso site (www.seqep.com.br).

Muito obrigada pela atenção! 🍷

Associação de Engenharia Química – AEQ
Av. Professor Lineu Prestes, nº 580
Bloco 19 – Cidade Universitária – USP
05508-000 São Paulo – SP



19ª edição

12 A 14
MAIO DE 2014

2014 – MAY
12th to 14th

POWTECH
ARENA

CIRCUITO DE
CONHECIMENTO
E INOVAÇÃO

FCE
PHARMA

SEMINÁRIO
FCE
PHARMA

1º CIRCUITO DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO!

1st KNOWLEDGE AND INNOVATION CIRCUIT!

PARTICIPE DA MAIS COMPLETA FEIRA DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA
JOIN THE MOST COMPLETE TRADESHOW OF THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY

Conheça a proposta inédita da FCE Pharma. Proporcionamos um espaço único para você trocar experiências, criar perspectivas, conectar-se à pessoas e conhecer produtos, inovações e tecnologias!

Meet the newest proposal of FCE Pharma. We provide an unique space for you to share experiences, create prospects, connect people and know other products, innovations and technologies!

Acesse o site e conheça detalhes do projeto e como se inscrever em cada um deles:

Access our website and know all the projects and how to subscribe for each one:

www.FCEPHARMA.com.br



TRANSAMERICA EXPO CENTER
São Paulo - Brasil
13h às 20h / from 1pm to 8pm

3º SEMINÁRIO
FCE
PHARMA

EVENTO PARALELO
PARALLEL EVENTS



POWTECH
ARENA

FCE COSMETIQUE

REALIZAÇÃO
REALIZATION

M&D
Consultoria

APOIO DE MÍDIA
MEDIA SUPPORT

BOAS PRÁTICAS
www.boaspraticasnet.com.br

ORGANIZAÇÃO
ORGANIZER

NÜRNBERG MESSE

APOIO INSTITUCIONAL
INSTITUTIONAL SUPPORT

ABEQ Associação Brasileira de Engenharia Química

ABIFINA

ABIMIP

abiquif

alanac
nacional, brasileira

ANFARLOG
Associação Nacional de Laboratório e Comércio de Drogas

Anfarmag

Grupemef
Profissionais Especialistas do Mercado Farmacêutico

INPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

Pró Genéricos
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MEDICAMENTOS GENÉRICOS

SBCB Sociedade Brasileira de Controle de Contaminação

SINDRATAR

SINDUSFARMA
Associação dos Industriais de Produtos Farmacêuticos do Estado de São Paulo

100A



XIX SINAFERM e X SHEB

Nos dias 30 de julho a 2 de agosto de 2013 foram realizados, em Foz do Iguaçu, o XIX Simpósio Nacional de Bioprocessos (SINAFERM) e o X Simpósio de Hidrólise Enzimática de Biomassas (SHEB), organizados pela Associação Brasileira de Engenharia Química (ABEQ).

O SINAFERM acontece a cada dois anos, desde 1964, e seu objetivo é abordar as áreas dos bioprocessos, reportando avanços na área de pesquisas e demonstrando diferentes abordagens sobre o tema. O SHEB, por sua vez, aborda fontes alternativas para a produção de biocombustíveis e é realizado desde 1983. A partir de 2013, o SINAFERM e o SHEB passaram a ser realizados em conjunto.

O evento de 2013 contou com conferências plenárias, conferências de área, mesas redondas, sessões orais, sessões de pôsteres e mini-curso. Compareceram ao evento 716 congressistas, sendo 94 graduandos, 308 pós-graduandos, 246 professores e pesquisadores e 68 profissionais de empresas. Mais de 50% dos participantes era da região sudeste do país. Os temas abordados nos minicursos foram engenharia metabólica utilizando Optflux; Instrumentação e Monitoramento de Biorreatores; Imobilização e Estabilização de Enzimas; Caracterização de Biomassa Vegetal; Planejamento de Experimentos em Bioprocessos; e Técnicas Avançadas em Downstream. Além disso, 759 trabalhos foram submetidos e somente 51 foram reprovados — ou seja, 708

“ Além disso, 759 trabalhos foram submetidos e somente 51 foram reprovados — ou seja, 708 trabalhos foram apresentados. A abstenção foi baixa: 100% dos trabalhos orais e 92% dos pôsteres foram apresentados por seus autores ”

trabalhos foram apresentados. A abstenção foi baixa: 100% dos trabalhos orais e 92% dos pôsteres foram apresentados por seus autores. 🙌

Link: www.sinafermsheb.com.br



Seminário Abiquim
**Tecnologia
e Inovação
2014**

**8 e 9 de
setembro**

Hotel Sheraton
Rio de Janeiro – RJ

**O Seminário Abiquim de
Tecnologia e Inovação 2014
terá como objetivo a
promoção da inovação
tecnológica como fator
estratégico para a
competitividade
do segmento químico.**

É uma oportunidade
de fortalecer a parceria
entre academia,
governo, indústria e
seus diversos parceiros
e reunir os setores que
viabilizam a inovação
no Brasil.

Para mais informações acesse o hotsite do evento:
www.abiquim.org.br/seminariotecnologia

Patrocínio:

Braskem
Uma das empresas mais inovadoras do mundo

SENAI
Instituto da Indústria - Comércio
Nacional de Indústria

BASF
The Chemical Company

Oxiteno

Realização:

ABIQUIM
QUÍMICA PRESENTE NA CONSTRUÇÃO DO FUTURO


Atuação Responsável
Compromisso com a sustentabilidade

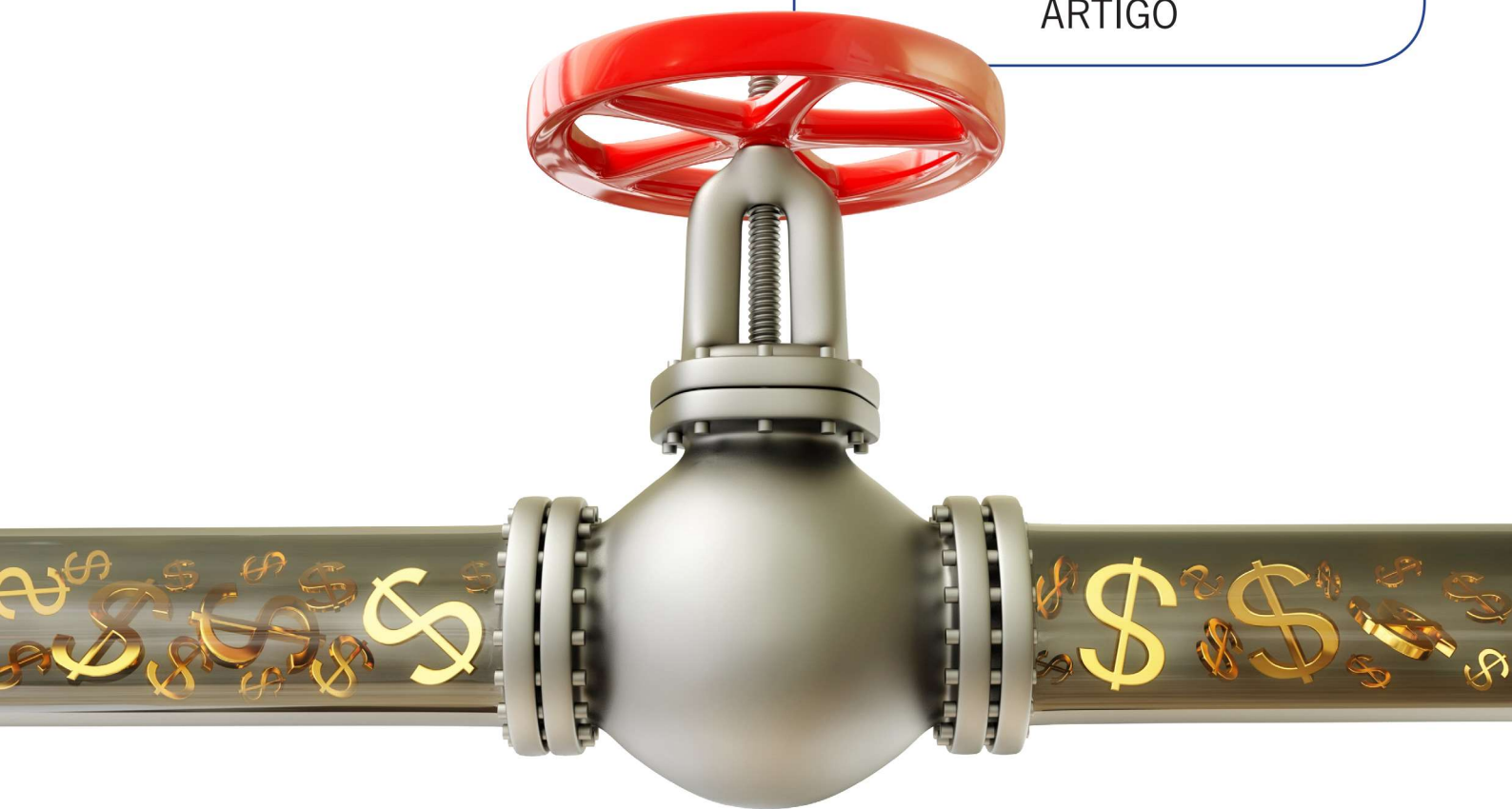
Apoio institucional:

BE-Basic
Foundation

SIQUIRJ

DECHEMA
Gesellschaft für Chemische Technik
und Biotechnologie e.V.

anpei
30
anos



Recursos financeiros para o setor de petróleo e gás

Por Eduardo Barbosa¹, Tiara Bicalho²

Promover o fomento a projetos que contemplem pesquisa, desenvolvimento, engenharia e/ou absorção tecnológica, produção e comercialização de produtos, processos e/ou serviços inovadores, visando o desenvolvimento de fornecedores brasileiros para a cadeia produtiva da indústria de petróleo e gás natural [...]” (FINEP; BNDES, 2013).

Essa foi uma das finalidades do 2º Edital do Programa Inova Petro, lançado em janeiro deste ano e ainda em andamento. A iniciativa envolve uma ação conjunta do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e da Financiadora de

Estudos e Projetos (Finep), com apoio técnico da Petrobras, na seleção de Planos de Negócios inovadores de empresas brasileiras no setor de petróleo e gás (P&G).

O objetivo do edital veio ao encontro da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2012-2015, divulgada em 2012 pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), que aborda a elevação de recursos financeiros destinados a apoiar o desenvolvimento tecnológico e a inovação em uma economia do conhecimento, dando enfoque a temas que visam ampliar as competências nacionais em

setores estratégicos (MCTI, 2012). Nesse contexto, a descoberta dos grandes campos de petróleo no pré-sal e a alta dos preços das *commodities* no mercado mundial geraram a expectativa pelo desenvolvimento de novas tecnologias, tendo em vista os desafios da extração do petróleo em águas profundas. Esse fato contribuiu para aumentar a notoriedade do setor de P&G na política de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) brasileira, que se voltou a estimular o desenvolvimento da cadeia produtiva local.

O enfoque no desenvolvimento da cadeia produtiva local é justificável ao se observar que cerca de 90%

**“ As empresas
pertencentes à cadeia
de P&G podem se
beneficiar de deduções
e exclusões da base
de cálculo do lucro
líquido para apuração
do Imposto de Renda
de Pessoa Jurídica
(IRPJ) e Contribuição
Social sobre o Lucro
Líquido (CSLL) ”**



dos serviços e produtos mais intensivos em tecnologia demandados pela indústria do petróleo são importados. Assim, o atual plano estratégico de CT&I para o setor de P&G surgiu com o objetivo de desenvolver tecnologias e novos negócios na cadeia de produção do petróleo e do gás natural, com ênfase em fornecedores nacionais de bens e serviços.

Nesse setor, a Petrobras ocupa papel importante, de forma que seu Plano de Negócios para o período de 2011-2015 prevê investimentos de US\$ 224,7 bilhões, com maior destinação ao segmento de exploração e produção, gerando impacto em toda a cadeia produtiva nacional (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2013). Além disso, os investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) nesse setor são estimulados pela cláusula 24 dos contratos de concessão, estabelecidos em 1998, que prevê a obrigatoriedade de o concessionário investir 1% da receita bruta de um campo sob o qual incida a participação especial na realização de despesas de PD&I, sendo que pelo menos 50% desses recursos devem ser aplicados na contratação de instituições de P&D nacionais.

Além dos investimentos privados, o setor de P&G é beneficiado por

mecanismos indiretos de apoio financeiro à inovação, os incentivos fiscais, bem como mecanismos de aporte direto de recursos à inovação por meio de programas dos órgãos de fomento.

A seguir, serão tratadas as principais oportunidades para o setor de P&G por meio da apresentação desses mecanismos.

Os incentivos fiscais à inovação tecnológica

Devido à intensa necessidade do desenvolvimento de equipamentos e novas tecnologias para serem utilizados no contexto do pré-sal, bem como ao risco tecnológico que envolve os projetos de inovação nessa área, as empresas pertencentes à cadeia de P&G podem se beneficiar de deduções e exclusões da base de cálculo do lucro líquido para apuração do Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), decorrente de dispêndios em pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica, conhecida como Lei do Bem.

A Lei nº 11.196/05 conceitua inovação como “a concepção de novo produto ou processo de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique melhorias incrementais e efetivo

ganho de qualidade ou produtividade, resultando maior competitividade no mercado” (BRASIL, 2005). É importante ressaltar que, para a Lei do Bem, a pesquisa e desenvolvimento deve ser vista pelo contexto de inovação na empresa, sem necessidade de ser uma inovação inédita para os contextos nacional ou mundial. Normalmente, o incentivo representará um retorno financeiro entre 20,4% e 27,2% dos dispêndios nos projetos de PD&I, podendo chegar a 34% (INVENTTA+BGI, 2014).

Em um cenário nacional, à medida que a exploração de petróleo avançou cada vez mais em direção a águas ultraprofundas, avanços tecnológicos relacionados a sistemas submarinos (cabeças de poço, árvore de natal molhada e coletores submarinos), linhas submarinas (linhas flexíveis e umbilicais), sistemas de controle e alimentação elétrica são aqueles com maior potencial para utilização dos incentivos fiscais, uma vez que os maiores desafios tecnológicos e incertezas estão integralmente relacionados ao desenvolvimento de soluções aplicadas às condições mais severas de pressão e temperatura do meio submarino (MENDES; ROMEIRO; COSTA, 2012).

Nesse contexto, é importante que empresas de todos os portes que atuam no setor de P&G consolidem seus



processos de desenvolvimento de produtos, internalizem atividades de pesquisa e desenvolvimento, buscando especialização de sua mão-de-obra que gere conhecimentos internos para avanço contínuo nas fronteiras do conhecimento.

No último Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais – Ano-Base 2012, divulgado pelo MCTI no mês de dezembro de 2013, foi apresentada a utilização dos benefícios fiscais previstos na Lei do Bem por diversas empresas do setor de P&G no Brasil. Entre as que utilizaram o benefício estão: BG Group, FMC Technologies, Oceaneering do Brasil, Repsol Sinopec, Statoil, entre outras (MCTI, 2013).

Recursos diretos à inovação

Outra maneira de alavancar a inovação nas empresas é por meio da captação direta de recursos financeiros para desenvolvimento de programas ou projetos de inovação. Esses recursos são disponibilizados por meio de instrumentos

de apoio financeiro dos órgãos de fomento, como a Finep, o BNDES e as FAPs estaduais. Tais instrumentos podem prover recursos reembolsáveis ou recursos não reembolsáveis a empresas de diferentes portes, bem como a Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs).

Os recursos reembolsáveis são aqueles que apresentam taxas de juros subsidiadas, com prazos de pagamento de até 12 anos. Os recursos não reembolsáveis são aqueles em que não é necessária sua devolução à fonte de fomento, sendo disponibilizados às empresas por meio da subvenção econômica, ou às ICTs por intermédio de instrumentos cooperativos ICT/Empresa.

Nesse contexto, dentre às iniciativas recentes voltadas para fomento à inovação, destaca-se o Plano Inova Empresa, que envolve a articulação de diferentes ministérios, além do BNDES e da Finep como executores do programa. Por meio desse programa, para o desenvolvimento de planos de negócios inovadores, serão

disponibilizados recursos na ordem de R\$ 32,9 bilhões.

Do montante total de recursos previstos no Programa Inova Empresa, R\$ 4,1 bilhões deverão ser destinados ao setor de P&G, sendo que destes, R\$ 3 bilhões serão voltados ao *pipeline* de tecnologias para áreas mais intensivas em conhecimento, dentro do Programa Inova Petro. O restante dos recursos destinados ao setor será distribuído por meio de outras iniciativas, que abrangem tecnologias para a cadeia do pré-sal e para a exploração do gás não convencional.

Os R\$ 3 bilhões de recursos a serem disponibilizados por meio do Inova Petro deverão ser distribuídos entre 2012 e 2017, sendo metade dos recursos apoiados pelos instrumentos da Finep e a outra, pelo BNDES. Os recursos da Finep poderão ser oferecidos nas modalidades créditos reembolsáveis, subvenção econômica, não reembolsável via cooperativo ICT-Empresas e investimento direto em empresas inovadoras. O BNDES

“A cadeia produtiva de petróleo e gás apresenta oportunidades diversas para solucionar gaps tecnológicos, utilizando os recursos financeiros disponíveis nos programas governamentais como uma forma de compartilhar os riscos inerentes à inovação”

poderá aplicar seus recursos na forma de crédito reembolsável, participação acionária e não reembolsável via Funtec (FINEP; BNDES, 2013)..

O programa tem vigência prevista até o ano de 2017, porém com abertura de editais anuais, oferecendo recursos para desenvolvimento de tecnologias voltadas a atender às demandas da cadeia produtiva, nas seguintes linhas temáticas: (i) Processamento de Superfície; (ii) Instalações Submarinas; (iii) Poços; e (iv) Reservatórios.

Desde a criação do programa até o presente momento, foram lançados dois editais de chamada pública. Após o encerramento de sua primeira etapa, foi recebida uma demanda de R\$ 2,8 bilhões por meio de 38 Cartas de Manifestação de Interesse. O resultado final foi divulgado em agosto de 2013, com 11 empresas selecionadas que repartirão recursos da ordem de R\$ 353 milhões. Entre as selecionadas, sete são de capital nacional e quatro, multinacionais.

Ao longo deste ano, as instituições apoiadoras do programa, com o suporte técnico da Petrobras, realizaram *workshops* tecnológicos com o objetivo de apresentar as linhas temáticas do Inova Petro, além de sanar dúvidas referentes às tecnológicas

apoiáveis e ao processo de manifestação de interesse.

Durante os *workshops*, foram apresentadas as linhas temáticas a serem apoiadas e seus subtemas. Vale a pena ressaltar que até 2017 alterações pontuais nos subtemas serão realizados de acordo com as prioridades estabelecidas pelas instituições, sendo necessário o monitoramento contínuo das tecnologias potenciais. Nesses *workshops*, foi possível perceber que o Inova Petro tem um objetivo diferencial frente aos outros programas; nesse caso, além do desenvolvimento de inovações, o foco é na geração de tecnologias que representem competitividade global às empresas sediadas no Brasil. Essa peculiaridade pode ser percebida pela abertura da linha relacionada a serviços de análises de petrofísica de reservatórios e tecnologias de exploração de gás e óleo de fonte não convencional (*shale gas* e *shale oil*).

Destacamos que os principais critérios estabelecidos para todas as fases de seleção, deste e dos futuros editais, são relacionados à aderência dos projetos aos objetivos do programa, consistência entre a estratégia competitiva e de inovação da empresa com o projeto proposto, capacidade financeira e gerencial da empresa em cumprir os objetivos propostos e sua capacitação técnica. As empresas que desejem exclusivamente recursos não reembolsáveis, devem ainda se atentar ao grau de novidade do projeto, conteúdo local, grau de maturidade no desenvolvimento de inovações e experiências anteriores com projetos de inovação tecnológica.

Vale a pena lembrar que ainda estão disponíveis outras fontes de recursos à inovação tecnológica por meio da submissão de projetos e planos de negócios por fluxo contínuo, como o Finep 30 Dias e o BNDES Inovação. Esses instrumentos podem representar o primeiro passo na estruturação de empresas,

aumento do nível de internalização de competências, aumento do grau de conhecimento gerencial sobre projetos de inovação tecnológica, abertura na participação em plataformas tecnológicas e proventos de representatividade no cenário de P&D nacional.

Considerações finais


Observamos que existem muitos questionamentos relacionados à utilização dos benefícios fiscais e na captação de recursos. Quanto ao primeiro, os questionamentos são referentes ao desconhecimento da lei de incentivo à inovação, dos conceitos de inovação para a empresa, da metodologia de enquadramento de projetos e dos mecanismos de controle dos dispêndios com projetos, já que nesse cenário um diagnóstico e um plano de ações eficaz possibilitam a redução das incertezas no uso dos incentivos. Em relação à captação de recursos, percebemos que existem três diferentes fases de maturidade: Operacional, Estrutural e Estratégica. Essa maturidade, obtida ao longo do tempo e das experiências da empresa com os agentes de financiamento, favorece a obtenção de recursos. O objetivo final é que a empresa esteja estruturada o bastante para captar recursos de forma eficiente e que as atividades de pesquisa e inovação tecnológica tornem-se constantes, parte do dia a dia da organização.

A cadeia produtiva de petróleo e gás apresenta oportunidades diversas para solucionar *gaps* tecnológicos, utilizando os recursos financeiros disponíveis nos programas governamentais como uma forma de compartilhar os riscos inerentes à inovação. Entender essa dinâmica é o desafio para transpor as barreiras do conhecimento, manter a competitividade no mercado e contribuir na transformação dos recursos provenientes do pré-sal em desenvolvimento econômico e social para o País.



Apoiamos grandes empresas a otimizar seus investimentos em pesquisa e desenvolvimento, por meio da captação ativa de recursos financeiros ou utilização dos incentivos fiscais, e percebemos a necessidade de compartilharmos informações sobre os instrumentos de apoio para que as empresas se tornem inovadoras ou inovem cada vez mais.

Entendemos que o compartilhamento das experiências daquelas empresas participantes dos editais e beneficiárias dos incentivos fiscais também é um passo importante para ampliar o conhecimento desses mecanismos e solucionar dúvidas, buscando equacionar as barreiras e os desafios encontrados com os impactos positivos em seus resultados.

Compartilhe conosco: sua empresa já participou de algum edital ou já utilizou os benefícios da Lei do Bem? Quais foram as barreiras e os desafios encontrados? E como os mecanismos de fomento deveriam atender as empresas? 

Referências

BRASIL. Lei nº 11.196 de 21 de novembro de 2005. Brasília: Senado, 2005.

FINEP; BNDES. Edital de seleção pública conjunta BNDES/FINEP de apoio à inovação tecnológica industrial no setor de petróleo & gás – Inova Petro – 01/2014. 2013. Disponível em: http://download.finep.gov.br/chamadas/inova_petro/editais/INOVA PETRO-19-12-2013-VERSAOFINAL2.pdf. Acesso em 15 jan. 2014.

INVENTTA+BGI. Lei do Bem: como alavancar a inovação com a utilização dos incentivos fiscais. 1. ed. São Paulo: Editora Pilares, 2014.

MENDES, A. P. A.; ROMEIRO, R. A. P.; COSTA, R. C. Mercado e aspectos técnicos dos sistemas submarinos de produção de petróleo e gás natural. BNDES Setorial 35, Brasília, p. 155-188. 2012.

MCTI. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015. Balanço das Atividades Estruturantes 2011. Disponível em: http://www.mcti.gov.br/upd_blob/0218/218981.pdf Acesso em 13 mar. 2012.

MCTI. Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais: Ano Base 2012. Brasília, 2013. Disponível em: http://www.mcti.gov.br/upd_blob/0229/229781.pdf Acesso em 23 dez. de 2013.

MENDONÇA, R. W.; OLIVEIRA, L. G. A Política de Conteúdo Local no Sistema Setorial de Inovação do Setor de Óleo & Gás Brasileiro. Brasília, 2013. Disponível em: http://www.altec2013.org/programme_pdf/799.pdf Acesso em 15 jan. de 2014.

¹Innovation Project Analyst na Inventta+bgi – E-mail: eduardo.barbosa@inventta.net

²Innovation Project Manager na Inventta+bgi – E-mail: tiara.bicalho@inventta.net

Participe do
maior evento
de ingredientes
farmacêuticos

5a7
AGOSTO 2014

EXPO CENTER NORTE
SÃO PAULO - BRASIL

Reserve
seu
espaço

A **CPhI South America**, em
paralelo com a **Fi South America**,
proporciona um local perfeito
para o maior encontro Pharma
e Food da América Latina.

Fale conosco:

Alessandra Piccoli - Sales Executive
E-mail: apiccoli@ubmbrazil.com.br
Tel.: +55 11 4878-5941
ou visite: www.cphi-sa.com.br



Ingredients



Finished Formulation



BioPharma



Contract Services

Organização:

Resistência específica do material sedimentado em **ensaio de Jar Test**, obtido com a adição de lodo de **Estação de Tratamento de Água**

Por Leonora Milagre de Souza¹, Paulo Sérgio Scalize²

Introdução

É evidente a crescente demanda de água para consumo humano (FABRIZI *et al.*, 2010) e o alto grau de poluição e contaminação dos mananciais. As Estações de Tratamento de Água (ETAs) têm grande importância frente a essa problemática, pois removem o material em suspensão na água bruta e geram grandes quantidades de resíduos, muitas vezes dispostos diretamente nos corpos d'água.

Em geral, o resíduo das ETAs é constituído por matéria orgânica e inorgânica, além de grande concentração de água, de óxidos e hidróxidos de alumínio, no caso da utilização de coagulantes a base de alumínio (MILLER *et al.*, 2011).

De acordo com Moghaddam, Alavi Moghaddame e Arami (2010), com o aumento contínuo na produção desse tipo de resíduo e com a existência de normas que apontam a necessidade de evitar desperdícios, a reutilização do resíduo tem sido estudada e investigada particularmente nos últimos anos. Segundo os autores, os resíduos das ETAs podem ser considerados uma matéria-prima valiosa para o tratamento de diversos poluentes devido ao seu elevado teor de hidróxido de metal.

A utilização do resíduo de decantador na melhoria do processo de

coagulação/floculação tem se mostrado oportuna na solução de problemas das ETAs. Segundo Cordeiro (1981), quando o resíduo é empregado de forma controlada, pode contribuir para a redução do consumo de insumos químicos e a melhoria da sedimentabilidade dos flocos, obtendo-se, por consequência, a redução nos custos de tratamento de água.

A caracterização do resíduo é de extrema importância para os estudos de impacto ambiental (AYOL, DENTEL e FILIBELI, 2005) e para a definição de parâmetros de projeto para o transporte, o armazenamento, o aterro e as operações de dispersão, e de parâmetros de controle em muitos tratamentos, tais como o seu deságue (CHEN, LEE e LEE, 2005), o qual pode ser constatado pelo teste de resistência específica, definida pela APHA (2005) como sendo a resistência oferecida por um peso unitário de lodo por unidade de área de filtro, isto é, lodos com resistência específica menor são considerados de mais fácil deságue. O aumento dos valores de resistência implica que os poros entre os flocos tornaram-se menores e o impedimento correspondente foi alto para o transporte de água sob pressão.

Segundo Dong, Wang e Feng (2011), o condicionamento do resíduo de ETA pode alterar suas

características reológicas e fractais, como morfologia, tamanho e dimensões, variando com as dosagens de polímero. No caso da pesquisa desses autores, utilizando polímero de elevado peso molecular catiônico, o diâmetro médio dos flocos agregados nas suspensões do resíduo aumentou com certas dosagens de polímero, aumentando também a resistência específica para filtração. A dosagem ótima de polímero no estudo foi de 8 ou 24 kg.ton⁻¹ de resíduo seco, o que indica a necessidade de testes para determinar essa dosagem.

De acordo com Reali (1999), os resíduos podem apresentar valores de resistência específica entre 5×10^{12} e 70×10^{12} m.kg⁻¹. No trabalho desenvolvido por Grandin (1992), com exceção do lodo novo dos decantadores sem condicionamento, que apresentou características boas de filtrabilidade com valor de $2,72 \times 10^{12}$ m.Kg⁻¹, os demais lodos não condicionados quimicamente apresentaram resistências específicas maiores que 5×10^{12} m.kg⁻¹, sendo considerados de difícil desaguamento. Segundo esse autor, de forma geral, os lodos com resistência específica superior a 5×10^{12} m.kg⁻¹ são considerados de difícil deságue, e os com valores inferiores a 1×10^{12} m.kg⁻¹ são fáceis de desaguar. De acordo com Wolfe *et al.* (1996), os lodos com resistência específica

acima de 10×10^{12} m.kg⁻¹ têm baixa desaguabilidade.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da aplicação de resíduo de decantador de ETA, que utiliza sulfato de alumínio como coagulante, no desaguamento do material sedimentado em ensaio de *Jar Test*, por meio do teste de resistência específica à filtração.

METODOLOGIA

Resíduo para o teste de resistência específica

A aplicação do resíduo dos decantadores da ETA no tratamento de água se deu por meio de ensaios de bancada utilizando o equipamento de reatores estáticos *Jar Test*. Os parâmetros e seus valores aplicados nos ensaios estão descritos na Tabela 1. Mantiveram-se fixos os volumes de água (2.000 mL) e de resíduo (40 mL) aplicado em cada cuba do *Jar Test*; e variaram-se as dosagens de coagulante (30 a 90% da dosagem utilizada na ETA) e as concentrações de sólidos suspensos totais (SST) nas amostras de resíduo.

Os valores dos parâmetros de mistura rápida, floculação e sedimentação utilizados nos ensaios de *Jar Test* foram os mesmos utilizados nos ensaios de *Jar Test* na ETA e, consequentemente, aqueles empregados no tratamento da ETA.

O coagulante primário utilizado na etapa de coagulação do tratamento da água foi o sulfato de alumínio – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$. As amostras do resíduo dos decantadores aplicadas nos ensaios de *Jar Test* foram preparadas para apresentar SST da ordem de 1.500, 3.000, 4.500, 6.000 e 9.000 mg.L⁻¹.

Após a realização dos ensaios de *Jar Test* e a coleta das amostras do sobrenadante para caracterização, o restante do sobrenadante foi retirado com o auxílio do dispositivo de coleta de amostras do equipamento e de uma bomba a vácuo, com adaptação de uma pipeta na extremidade. Em cada cuba restou volume variável (55 a 90 mL) composto de um pouco de sobrenadante e material sedimentado no fundo da cuba. Esse método foi utilizado para minimizar a turbulência no sobrenadante e o revolvimento do resíduo sedimentado.

Tendo em vista que o volume de material sedimentado obtido nos ensaios de *Jar Test* era pequeno para a caracterização e o estudo de resistência específica, os ensaios foram realizados em réplicas, o que permitiu a geração de uma quantidade maior de material.

Os melhores resultados obtidos nas séries de ensaios utilizando água com valores de turbidez diferentes (séries 1 e 2) apresentaram concomitantemente a remoção de turbidez do sobrenadante igual ou superior à remoção no branco, a aplicação de menor dosagem de coagulante e a aplicação do resíduo com maior concentração de SST. Considerando a operacionalidade da ETA, os melhores resultados foram aqueles em que se utilizou a concentração do resíduo que atendeu aos critérios anteriores em todas as séries de ensaios.

O estudo de resistência específica foi realizado com o material sedimentado após realização dos ensaios de *Jar Test* considerando os melhores resultados das séries 1 e 2.

Teste de resistência específica à filtração

O teste de resistência específica foi realizado com o objetivo de determinar a aptidão dos materiais sedimentados (com e sem aplicação do resíduo de ETA) ao desaguamento por meio de filtros prensas ou a vácuo, conforme indicado por Andreoli, Von Sperling e Fernandes (2001).

Devido à dificuldade de obtenção de volumes maiores de material, foi utilizado o teste da resistência específica conforme adaptado por Scalize e Di Bernardo (1999) com base no teste do tempo de filtração constante na 21ª edição do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* publicado pela APHA (2005).

Tabela 1. Valores dos parâmetros de mistura rápida, floculação e sedimentação para ensaios de *Jar Test*.

Etapas	Parâmetros	Valores	Unidades
Mistura rápida	G_{mr1}	200	s ⁻¹
	T_{mr1}	60	s
	T_{mr2}	20	s
Floculação	G_{f1}	50	s ⁻¹
	T_{f1}	12	min
	G_{f2}	30	s ⁻¹
	T_{f2}	06	min
	G_{f3}	20	s ⁻¹
	T_{f3}	06	min
Sedimentação	T_s	5	min

De acordo com Almeida, Gonçalves e Guimarães (1991), numericamente a resistência específica pode ser determinada por meio da equação 1:

$$r = \frac{2 \cdot b \cdot P \cdot A^2}{\mu \cdot c} \quad (\text{Equação 1})$$

na qual:

r = resistência específica (cm/g);

P = pressão de filtração (g/cm.s²).

A = área filtrante (cm²);

μ = viscosidade do filtrado (g/cm.s);

c = massa de sólidos da torta seca por unidade de volume filtrado (g/cm³);

b = valor da tangente no trecho retilíneo do gráfico " t/v " (s/cm³) versus " v " (cm³), resultante da equação 2:

$$b = \text{tg}\alpha = \frac{\left(\frac{t_2}{V_2}\right) - \left(\frac{t_1}{V_1}\right)}{V_2 - V_1} \quad (\text{Equação 2})$$

em que:

t = tempo de filtração (s);

v = volume filtrado (cm³).

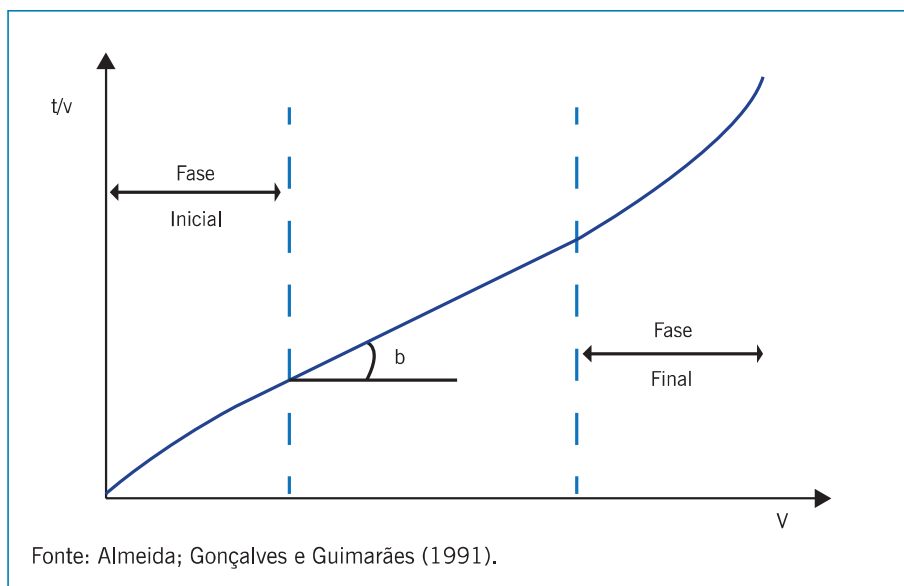
O valor de " b " é obtido construindo-se um gráfico no qual se tem os valores de " v " e " t/v ", conforme mostrado na Figura 1.

A Figura 2 ilustra os equipamentos e materiais utilizados no teste de resistência específica.

Resultados e discussões

As amostras de água bruta coletadas na ETA e utilizadas nos ensaios apresentavam 95 UNT (série 1) e 218 UNT (série 2). As amostras preparadas do resíduo dos decantadores da ETA para aplicação nos ensaios de *Jar Test* apresentaram 2.615, 3.645, 4.664, 7.500, 8.573 e 9.670 mg.L⁻¹ de SST.

Os melhores resultados para a série 1 foram aqueles com 50% da dosagem de coagulante, com a aplicação de resíduo com 7.500 mg.L⁻¹, e 75% da dosagem de coagulante, com aplicação de resíduo com



Fonte: Almeida; Gonçalves e Guimarães (1991).

Figura 1. Gráfico típico dos valores de " t/v " em função de " v ", para obtenção de " b " no cálculo da resistência específica.



Figura 2. Equipamentos e materiais utilizados no teste de resistência específica.

3.645 mg.L⁻¹. Para a série 2, os melhores resultados foram: 35 e 40% da dosagem de coagulante, com a aplicação de resíduo com 2.678 mg.L⁻¹ e 45 e 55% da dosagem de coagulante, com a aplicação de resíduo com 8.556 mg.L⁻¹.

As amostras do material sedimentado gerado após os ensaios de *Jar*

Test foram caracterizadas quanto ao teor de sólidos, conforme apresentado nas Tabelas 2 e 3.

As curvas dos volumes filtrados em função do tempo de filtração para as diferentes concentrações de resíduos aplicados nos testes de resistência específica estão apresentadas nas Figuras 3 e 4.

Tabela 2. Caracterização do material sedimentado nos melhores resultados para série 1.

Turbidez = 95 UNT			
SST do resíduo aplicado (mg.L ⁻¹)	0	3.645	7.500
Coagulante (% da dosagem da ETA)	100	75	50
Parâmetros	Resultados		
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	7.160	10.472	13.568
Sólidos fixos totais (mg.L ⁻¹)	5.604	7.556	10.720
Sólidos voláteis totais (mg.L ⁻¹)	1.556	2.916	2.848
Sólidos suspensos totais (mg.L ⁻¹)	6.329	9.657	11.743
Sólidos suspensos fixos (mg.L ⁻¹)	5.143	7.243	10.557
Sólidos suspensos voláteis (mg.L ⁻¹)	1.186	2.414	1.186
Sólidos dissolvidos totais (mg.L ⁻¹)	831	815	1.825
Sólidos dissolvidos fixos (mg.L ⁻¹)	461	313	163
Sólidos dissolvidos voláteis (mg.L ⁻¹)	370	502	1.662

Tabela 3. Caracterização do material sedimentado nos melhores resultados para série 2.

Turbidez = 218 UNT					
SST do resíduo aplicado (mg.L ⁻¹)	0	2.678	2.678	8.556	8.556
Coagulante (% da dosagem da ETA)	100	35	40	45	55
Parâmetros	Resultados				
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	9.993	12.750	12.867	19.953	17.320
Sólidos fixos totais (mg.L ⁻¹)	8.177	10.343	10.473	16.493	14.080
Sólidos voláteis totais (mg.L ⁻¹)	1.817	2.407	2.393	3.460	3.240
Sólidos suspensos totais (mg.L ⁻¹)	9.460	12.540	12.540	18.970	16.630
Sólidos suspensos fixos (mg.L ⁻¹)	7.680	10.310	10.290	15.660	13.560
Sólidos suspensos voláteis (mg.L ⁻¹)	1.780	2.230	2.250	3.310	3.070
Sólidos dissolvidos totais (mg.L ⁻¹)	533	210	327	983	690
Sólidos dissolvidos fixos (mg.L ⁻¹)	497	33	183	833	520
Sólidos dissolvidos voláteis (mg.L ⁻¹)	37	177	143	150	170

Ao adicionar o resíduo de ETA, o tempo de filtração do material sedimentado tornou-se maior se comparado à situação sem aplicação do resíduo, o que era esperado devido ao aumento na quantidade de sólidos. Nos ensaios com água de turbidez 218 UNT, o tempo de filtração foi maior com a aplicação do resíduo mais concentrado.

Nessa série, a resistência específica dos materiais sedimentados foi cerca de 70 a 130% maior que a resistência do material sedimentado que não recebeu resíduo da ETA, como apresentado na Tabela 4. Provavelmente, isso se deve a maior quantidade de hidróxido presente no material sedimentado, proveniente do resíduo da ETA adicionado ao ensaio de *Jar Test*. Esses resultados confirmam os resultados obtidos por Richter (2009), cuja indicação foi que os lodos com menor proporção de hidróxido de alumínio são mais fáceis de adensar e, portanto, desaguar.

Na série 1, o comportamento foi semelhante, porém com a exceção do material que recebeu resíduo com SST igual a 7.500 mg.L⁻¹. Nesse caso, o desaguamento foi favorecido, já que a resistência foi inferior à obtida no branco ($8,3 \times 10^{12}$ m.kg⁻¹), como apresentado na Tabela 5.

Segundo a classificação de Grandin (1992), os materiais sedimentados são considerados de difícil desaguamento, exceto aquele gerado na série 2 sem aplicação de resíduo, cuja resistência é de $3,8 \times 10^{12}$ m.kg⁻¹. Segundo este autor, a comparação dos resultados de resistência específica de resíduos de estudos distintos deve ser cuidadosa. Deve-se levar em consideração, entre outros aspectos, o condicionamento químico, a idade do lodo, a área do meio filtrante utilizada no teste, já que podem ocorrer variações nas determinações por alterações na espessura da torta, efeitos de parede e eventual compressão da torta.

Nos estudos realizados por Grandin (1992), o lodo novo de decantador (tempo de armazenamento inferior a

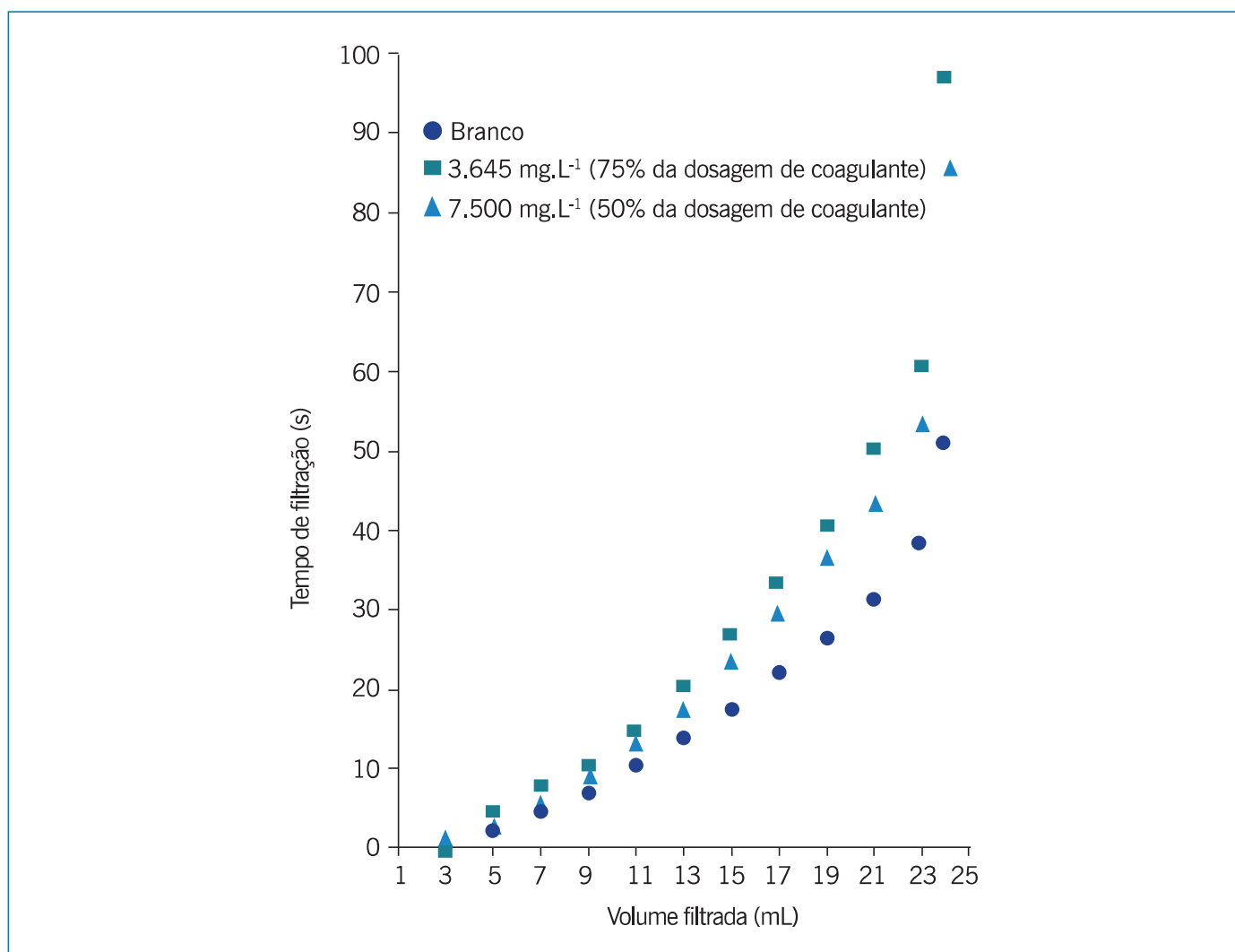


Figura 3. Volume filtrado em função do tempo de filtração do material sedimentado para os melhores resultados dos ensaios com água 95 UNT (série 1).

dez dias) apresenta desaguamento superior ao do lodo velho, quando não há condicionamento químico. No caso deste estudo, o tempo de armazenamento do material sedimentado foi superior a dez dias, indicando que o deságue poderia ser superior se o processo de desidratação fosse feito com o material mais novo, como ocorreria em uma ETA.

Ainda que não tenha sido realizado condicionamento químico do material sedimentado para o teste de resistência, sabe-se que a adição de polieletrólito, em dosagens específicas, poderia melhorar substancialmente o seu desaguamento, já que garantiria a formação de uma estrutura pouco compressível e de alta filtrabilidade.

Na Figura 5 observa-se que não houve correlação entre a resistência específica e a concentração de SST nas amostras. Segundo Christensen e Dick (1985) *apud* Grandin (1992), a resistência se torna relativamente independente para altas concentrações de SST, como é o caso deste estudo.

Conclusão e Recomendação

O desaguamento, em escala laboratorial, do material sedimentado em ensaio de *Jar Test* por meio do teste de resistência específica ficou prejudicado com a aplicação do resíduo de decantador de ETA, exceto para o ensaio com água de 95 UNT e resíduo

com 7.500 mg.L⁻¹ e 50% de sulfato de alumínio. Nesse caso, a resistência foi igual a $6,8 \times 10^{12}$ m.kg⁻¹, inferior ao valor obtido na amostra sem adição do resíduo ($8,3 \times 10^{12}$ m.kg⁻¹). Nas amostras analisadas ao longo do estudo, não foi verificada correlação entre a resistência específica e a concentração de SST.

Recomenda-se a realização de estudos considerando o condicionamento químico do material sedimentado para o deságue por meio de filtração, verificando as vantagens e desvantagens. É importante que os estudos sejam realizados de tal forma que a água bruta e o material sedimentado sejam analisados em menor tempo possível, reduzindo as interferências do armazenamento. 🧪

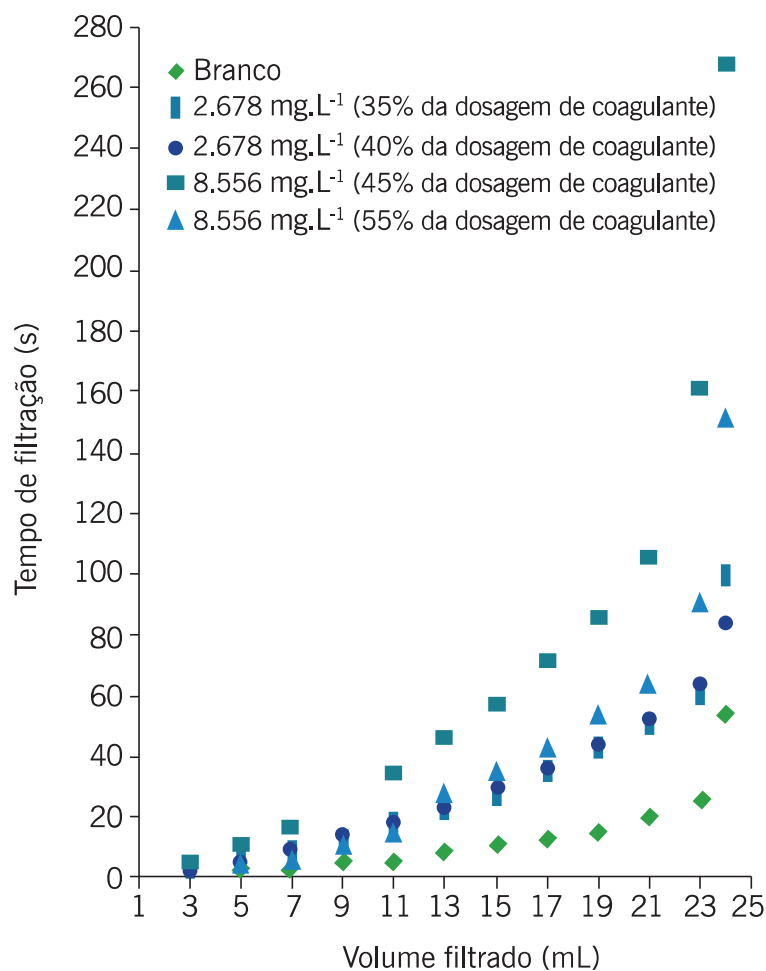


Figura 4. Volume filtrado em função do tempo de filtração do material sedimentado para os melhores resultados dos ensaios com água 218 UNT (série 2).

Tabela 4. Resistência específica do material sedimentado após realização do ensaio de Jar Test – série 2 (218 UNT).

Turbidez = 218 UNT					
SST do resíduo aplicado (mg.L ⁻¹)	0	2.678	2.678	8.556	8.556
Coagulante (% da dosagem da ETA)	100	35	40	45	55
SST do material sedimentado (mg.L ⁻¹)	9.460	12.540	12.540	18.970	16.630
Resultados					
Resistência específica (x10 ¹² m.kg ⁻¹)	3,8	6,3	6,1	9,0	6,1

Tabela 5. Resistência específica do material sedimentado após realização do ensaio de Jar Test – série 1 (95 UNT).

Turbidez = 95 UNT			
SST do resíduo aplicado (mg.L ⁻¹)	0	3.645	7.500
Coagulante (% da dosagem da ETA)	100	75	50
SST do material sedimentado (mg.L ⁻¹)	6.329	9.657	11.743
Resultados			
Resistência específica (x10 ¹² m.kg ⁻¹)	8,3	9,4	6,8

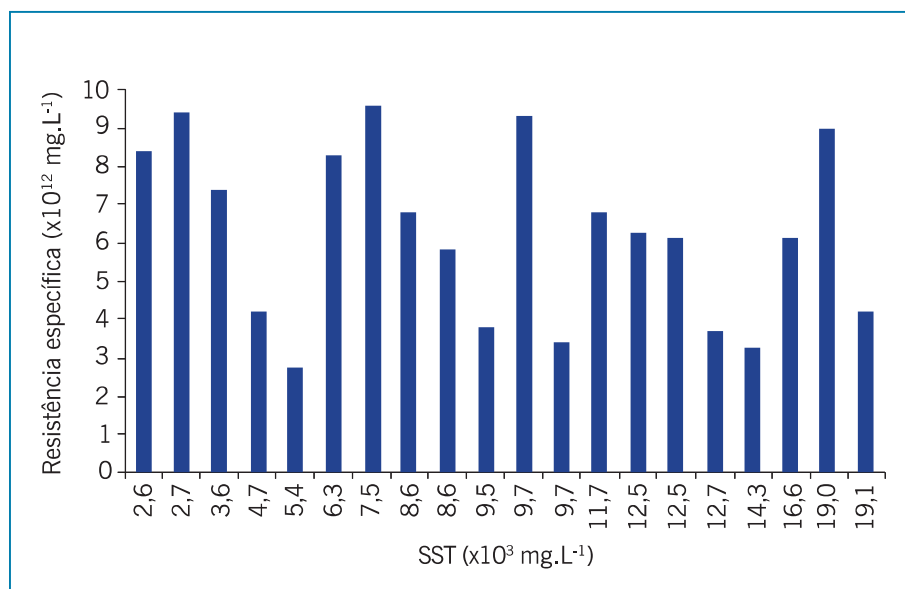


Figura 5. Valores de resistência específica em função da concentração de SST no resíduo aplicado no ensaio de *Jar Test* e no material sedimentado na cuba do *Jar Test*.

Referências

ALMEIDA, N. A.; GONÇALVES, M. C.; GUIMARÃES, S. A. Z. Utilização do teste de resistência específica na operação de filtros prensa. *Revista DAE*, v. 51, n. 160, p. 20-26, 1991.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 21 ed. Washington, D.C, USA, 2005.

ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. *Lodo de esgotos: tratamento e disposição final*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001. v. 6. 484 p.

AYOL, A.; DENTEL, S. K.; FILIBELI, A. Dual polymer conditioning of water treatment residuals. *Journal Environmental Engineering*, v. 131, p. 1132- 1138, 2005.

CHEN, B.-H.; LEE, S.-J.; LEE, D. J., Rheological characteristics of the cationic polyelectrolyte flocculated wastewater sludge. *Water Research*, v. 39, n. 18, p. 4429-4435, 2005.

CORDEIRO, J. S. *Disposição, tratabilidade e reuso de lodos de ETA*. 1981. 155 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1981.

DONG, Y. J.; WANG, Y .L.; FENG, J. Rheological and fractal characteristics of unconditioned and conditioned water treatment residuals. *Water Research*, v. 45, p. 3871-3882, 2011.

FABRIZI, L. *et al.* The role of polymer in improving floc strength for filtration. *Environment Science Technology*, v. 44, n. 16, p. 6443-6449, 2010.

GRANDIN, S. R. *Desidratação de lodos produzidos nas estações de tratamento de água*. 1992. 456 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

MILLER, M. L. *et al.* Aluminum water treatment residuals as permeable reactive barrier sorbents to reduce phosphorus losses. *Chemosphere*, v. 83, p. 978-983, 2011.

MOGHADDAM, S. S.; ALAVI MOGHADDAM, M. R.; ARAMI, M. Coagulation/flocculation process for dye removal using sludge from water treatment plant: Optimization through response surface methodology. *Journal of Hazardous Materials*, v. 175, p. 651-657, 2010.

REALI, M. A. P. Principais Características Quantitativas e Qualitativas do Lodo de ETAs. In: _____. *Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de Lodos de Estações de Tratamento de Água*. Rio de Janeiro: PROSAB, 1999, cap. 2., p. 21-39.

RICHTER, C. A. Sedimentação e Decantação. In: RICHTER, C. A. *Água: Métodos e tecnologia de tratamento*. São Paulo: Editora Blucher, 2009, cap. 10., p. 160-218.

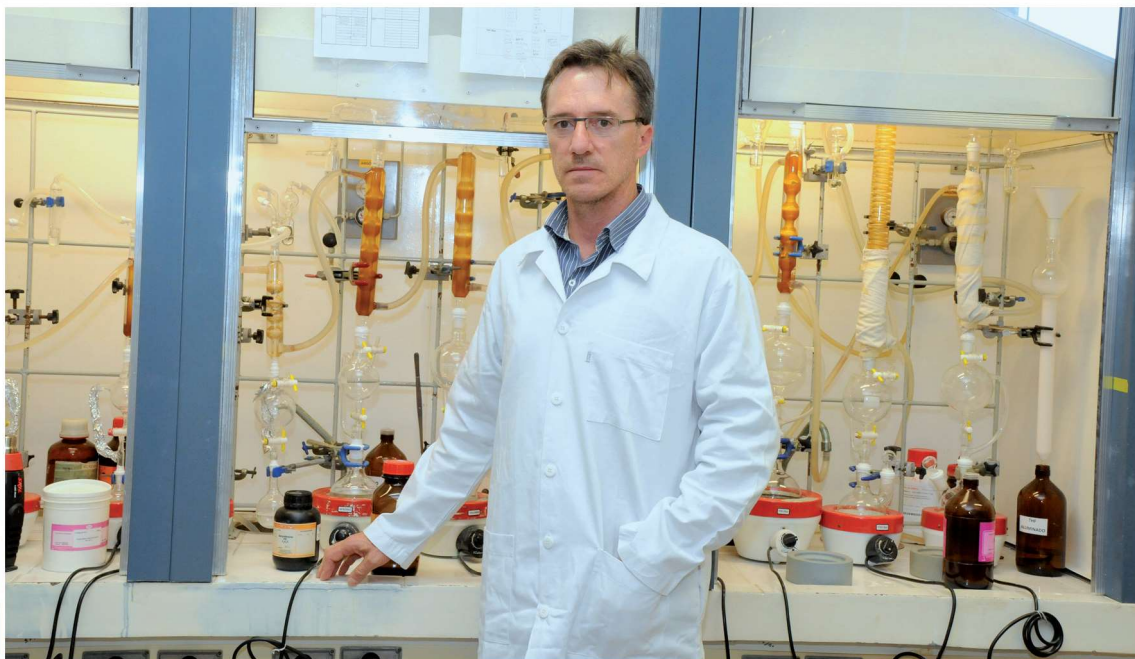
SCALIZE, P. S.; DI BERNARDO, L. Resistência específica de lodo obtido em ensaio de clarificação, por sedimentação, da água de lavagem de filtros rápidos de ETAs. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, vol. 4, n. 1, jan/mar, e n. 2, abr/jun 1999.

WOLFE, T. A., *et al.* Characterization of water treatment plant residuals. In: EPA, NRMRL, ASCE e AWWA. *Manuals and reports of engineering practice*, n. 88 – management of water treatment plant residuals. EUA, 1996, cap 4., p. 41-72.

¹Bacharel em Química Industrial pela Universidade Estadual de Goiás (UFG). Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Analista Ambiental do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) – Brasília (DF), Brasil. E-mail: le.milagre@hotmail.com.

²Biomédico e Engenheiro Civil. Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia Civil de São Carlos (EESC-USP). Professor da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (EEC-UFG) e do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente da Universidade Federal de Goiás (UFG) – Goiânia (GO), Brasil. E-mail: pscalize.ufg@gmail.com.

Homenagem do CRQ-IV aos profissionais e pesquisadores que contribuíram para o desenvolvimento da área química



O pesquisador Luiz Carlos Dias ganhou a segunda edição do Prêmio Walter Borzani, entregue no dia 07/06 pelo presidente do CRQ-IV, Eng. Manlio de Augustinis, na cerimônia alusiva ao Dia do Profissional da Química

Coordenador do grupo de cientistas do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Fármacos e Medicamentos (INCT-Inofar), Luiz Carlos Dias é professor titular do Instituto de Química da Unicamp e pesquisador do CNPq. Mais informações no site do Conselho Regional de Química - IV Região.



www.crq4.org.br



UMA EMPRESA LÍDER EM PROJETOS DE ÓLEO E GÁS, QUÍMICA E PETROQUÍMICA



■ **Engevix** é uma empresa brasileira fundada em 1965, com largo espectro de atividades envolvendo serviços de engenharia. Desde estudos de viabilidade, engenharia consultiva até o gerenciamento de projetos e soluções completamente integradas, como EPC's e contratos Turn-Key. Atua principalmente nos setores de **Química e Petroquímica**, **Indústria** (óleo e gás, controle de poluição, telecomunicações, papel e celulose), **Energia** (geração e transmissão) e **Infraestrutura** (água e saneamento básico, transportes e planejamento urbano).

www.engevix.com

ENGEVIX